Michael J. Behe

Darwin'in Kara Kutusu

"Evrim Teorisi"ne Karşı Biyokimyasal Zafer



AKSOY



Bilim Dizisi
Darwin'in Karakutusu
Evrim Teorisine Karşı Biyokimyasal Zafer
Orijinal Adı: Darwin's Black Box

Yazan:
Michael J. Behe
Çeviren:
Burcu Çekmece

ISBN: 975-312-054-0
Haziran 1998

Aksoy Yayıncılık Adına Sahibi:
Erol Aksoy

Genel Yönetmen:
Yalvaç Ural
Yönetmen Yardımcısı:
Fırat Akdere
Yayın Koordinatörü:
Ayşe Karsel
Sorumlu Müdür:
Tekin Ergun
Yayın Editörü:
Sema Gül

Görsel Yönetmen:
Aziz Yavuzdoğan
Yayın Hazırlık:
Zuhal Dülger

Üretim Müdürü:
Yetkin Aldinç
Satış ve Pazarlama Müdürü:
Munzur Yıldız

Basıldığı Yer: Altan Matbaası, İstanbul

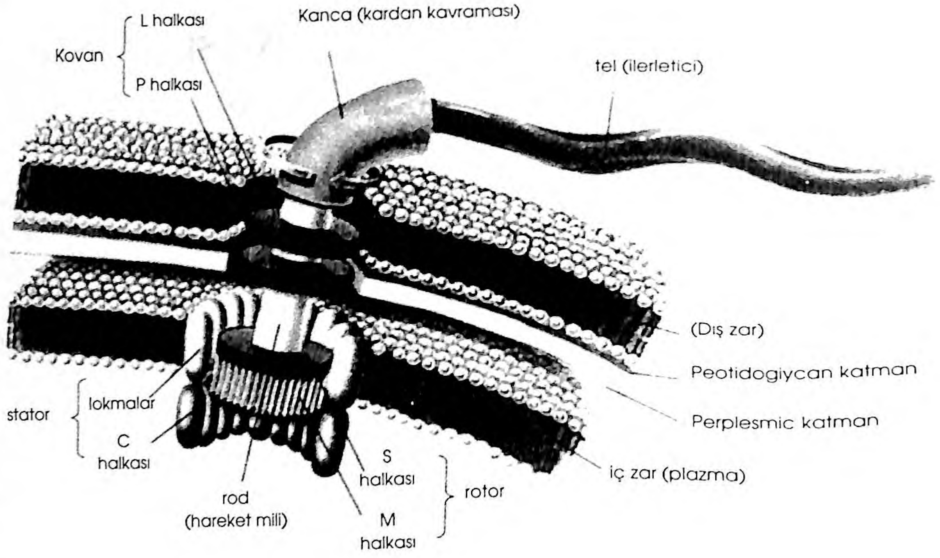
AKSOY YAYINCILIK
Universal Yayıncılık ve Tic. A.Ş.
Aytar Cad. No: 25 1.Levent / İstanbul
Tel: (0.212) 284 84 36 Faks: (0.212) 284 84 37

Michael J. Behe

Darwin'in Karakutusu

Evrim Teorisine Karşı Biyokimyasal Zafer

Çeviren:
Burcu Çekmece



Kamçılı bakterinin biyokimyasal karmaşıklığı

YAYINCININ NOTU

Pek çok bilimadamt Darwin'in "Evrim Teorisi"ni kabul eder. Bu teorinin kabul edilmesi ise uzun ve zorlu bir dönemin sonunda gerçekleşmiştir. Günümüzde biyologlar, dünya üzerindeki yaşam nasıl başladı ya da bu kadar çok tür nasıl meydana geldi gibi sorulara, Darıvin'in 19. yüzyılda ortaya attığı teoriyle yanıt bulmaya çok alışmışlardır.

Acaba herkes bu teoriye inanmalı mı? Eğer kabul etmiş olduğumuz bu mantığa köklü bir şekilde meydan okuyabilecek bir teori bulunursa, o zaman ne olacak? "Daruıin'in Kara Kutusu / Evrim Teorisine Karşı Biyokimyasal Zafer" kitabında Micheal Behe, Evrim Teorisi'nin yanıtlayabileceği soruların sınırlarını çiziyor ve pek çok noktanın da gözardı edildiğini savunuyor.

Biyokimya alanı, Watson ve Crick'in DNA'nm çift sarmallı şeklini keşfetmeleri ile başladı. Böylelikle hücrenin sırlarının büyük bir kısmı açığa çıktı ve biyokimyacılar beklenmedik bir şekilde minyatür bir kompleks dünya keşfettiler. Behe'ye göre: "Biyokimyanın gelişmesiyle, aslında Evrim Teorisi'nin kesinlikle açıklayamadığı bir dünya ortaya çıkmıştır. Hücre içindeki iplikçikler, görme, kan pıhtılaşması, hücre içi nakil gibi pek çok sistem biyokimyasal dünyanın ince ince donatılmış, birbiriyle bağlantılı parçalardan oluşan kimyasal mekanizmaları içerdiğini göstermektedir. Bu gelişmelerle, Evrim Teorisi'nin mikrobiyolojik düzeyde hiçbir dayanağı kalmamıştır."

Darıvin'in Evrim Teorisi'nin doğru olması için, insanın evrimleşme süreci içinde gerçekleştiği iddia edilen tüm mutasyonlarm, çalışma mekanizmalarıyla birlikte meydana gelmesi ve şu an var olan tüm kompleks sistemleri de içinde barındırması gerekmektedir. Oysa mikrobiyolojik araştırmalar sonucunda birer birer ortaya çıkan yüzlerce kompleks ve birbiriyle bağlantılı olan mekanizmaların parçalarının, Daruıin'in aşamalı yollarıyla meydana gelmesi olanaksız görünmektedir.

Behe, profesyonel bilim literatürünü incelemiş ve bu konuda, ya-

ni yaşamın başlangıcı konusunda tamamen sessiz kalındığını göstermiştir. Acaba tüm bunları meydana getiren, çok daha büyü/c *bir güç müdür?*

Behe, bir yaradılışçı değildir; bilimsel metotlara inanır. Yanıt bekleyen sorulara bilimden yola çıkarak kanıt arar. Sonuçta, bütün vücutta var olan biyokimyasal sistemlerin "akıllı bir tasarımcı tarafından tasarlandığı sonucuna varır...

Bilim son on yıldır, 19. yüzyıldaki bu teoriyi modern biyokimyanın inanılmaz buluşlarıyla bağdaştırmak için müthiş çabalar sarfetmektedir. "Darıvin'in Kara Kutusu" bilimadamlarma farklı yaklaşımlar sunarak, farklı sorular sormakta, belki de yüzyılımıza yön verecek bir tartışmayı da başlatmaktadır.

Damin'in Evrim Teorisi'ne aykırı bir ses olarak ortaya çıkan Michael Behe, çok iddialı konuşarak, kendisini 21. yüzyılın Galileo'su olabileceğini söylüyor. Çünkü Galileo da, "Dünya yuvarlaktır!" dediğinde hiç kimse ona inanmamıştı.

Tarafsız ve ilkeli bir yayıncılık anlayışı içinde olayları, yaşamı ve bilim dünyasını irdeleyen Aksoy Yayıncılık, bu kez pek çok araştırmaya konu olacak ve yıllarca pek çok ideolojinin temelini ve çatısını oluşturmuş Danuinizm'i bilim masasına yatırarak, yargısını okurlarının vereceği bir tartışmayı başlatıyor...

Origins: A Skeptic's Guide to The Creation of Life on Earth'in yazarı Robert Shapiro elinizdeki bu kitabı şu şekilde tanımlıyor:

"Michael Behe, biyolojinin endişe verici problemlerinden birini, hayatın her anına nüfuz eden karmaşıklığın kökeni, aydınlatıp, açıklayarak oldukça takdire değer bir iş gerçekleştirmiştir. Michael Behe'nin kitabında karmaşıklık problemine verdiği cevap "Akıllı Bir Tasarımcı" tarafından yaratılmak olmuştur. Bu kitap "akıllı tasarım" argümanına şimdiye kadar gördüğüm en doğru ve en zekice açıklamayı sunmaktadır."

Shapiro'nun Behe'yle ilgili} görüşlerine hemen katılmak biraz erken olsa da, kitabın yeni tartışmalara ve yeni görüşlerin ortaya çıkmasına bir kaynak teşkil edeceği de yadsınmaz bir gerçek gibi gözüküyor.

ÖNSÖZ

BİR MOLEKÜLER FENOMEN

Bilimin doğayı anlama konusunda başardıklarını anlatmak artık neredeyse sıradan hale geldi. Fizik kanunları artık o kadar iyi anlaşıldı ki, uzaya fırlatılan insansız uydular ile dünyadan milyarlarca kilometre ötesinin fotoğrafları çekilebiliyor. Bilgisayarlar, telefonlar, elektrikli aletler ve adı geçmeyen pek çok örnek; doğanın güçleri üzerinde teknoloji ve bilimin uzmanlığını deniyorlar. Ayrıca aşılar ve yüksek teknolojiyle üretilen yiyecekler, insanlığın en eski tarihinden beri rastlanan hastalıkların ve açlığın sona ermesini sağlamış durumda - en azından dünyanın bazı yerlerinde. Moleküler biyoloji alanındaki son buluşlar neredeyse her hafta yayınlanıyor ve böylece genetik hastalıklar ve dahasına biyolojik çözümler bulma umudu doğuyor.

Fakat bir şeyin nasıl çalıştığını öğrenmek, onun nasıl meydana geldiğini anlamaya yetmez. Örneğin, güneş sistemindeki gezegenlerin hareketleri ince detaylarına kadar eksiksizce ölçülebilir; ancak, güneş sisteminin kökeni, (güneş, gezegenler ve bunların uydularının ilk olarak nasıl şekillendikleri sorusu) halen tartışılmaktadır. Bilim sonunda bilmeceyi çözecektir. Gündemdeki soru işareti ise hâlâ bir şeyin varlık nedeninin, günlük işlevlerinin anlaşılmasından farklı olduğudur.

Bilimin doğa üzerinde yaptığı çalışmalar ve uzmanlığı nedeniyle, pek çok insan bunun hayatın ve doğanın kökenini de açıklayabileceğini düşündü. Darwin'in doğal seleksiyon ve varyasyon ile yaşamın gelişiminin açıklanabileceği önerisi, bir yüzyıldır akademik çevrelerde kabul görmüştür. Fakat bundan on yıl öncesine kadar bile yaşamın temel mekanizmaları sırlarını hâlâ korumaktadır.

Modern bilim, sonunda yaşamın moleküler bir fenomen olduğunu öğrenmiştir: Bütün organizmalar, vidalar ve cıvatalar gibi görev yapan moleküllerden oluşmuş ve biyolojik sistemlerin dişlileri ve

makaraları olmuşlardır. Daha gelişmiş organizmalarda bulunan kan dolaşımı gibi karmaşık biyolojik sistemler de vardır. Ama yaşamın gizli minik detayları, biyomoleküllerin uzmanlık alanıdır. Bu nedenle molekülleri inceleyen biyokimya bilimi, yaşamın bütün yapılanmasını *açıklama göreviyle hareket eder.*

1950'lerin ortalarından beri biyokimya bilimi, moleküler düzeyde yaşamın çalışmalarını açıklığa kavuşturmaktadır. Darıcin. türler arasındaki çeşitliliğin nedenleri konusunu gözardı etmişti (kendi teorisinin gereklerinden biri olmasına rağmen), ancak biyokimya bunun moleküler temellerini attı. 19. yüzyıldaki gelişim derecesiyle bilim; görme, bağışıklık sistemi veya hareket mekanizmaları gibi sistemlerin işleyişlerini dahi tahmin edemiyordu. Modern biyokimya ise bu ve benzeri fonksiyonları gerçekleştiren moleküllerin tanımlanmasına yol açmıştı.

Önceleri, yaşamın temellerinin basit bir esasa dayalı olduğu düşünülmekteydi. Oysa bu beklenti artık tamamen yok olmuştur. Görme, hareket mekanizmaları ve diğer biyolojik fonksiyonların, televizyon kameraları ve otomobillerden daha az karmaşık olmadığı kanıtlanmıştır. Bilim, yaşamın kimyasının nasıl şekillendiğini anlayabilmek için oldukça büyük atılımlar yapmıştır. Fakat biyolojik sistemlerin moleküler *seviyedeki hassas düzeni ve karmaşıklığı, bunların kökenlerinin açıklanması konusunda bilimi felce uğratmıştır. Bu nedenle* kompleks *biyomoleküler sistemlerden herhangi birinin başlangıcı hakkında bir araştırma girişimi olmamıştır. Pek çok bilimadamı kendilerine fazlaca güvenerek, açıklamaların çoktan ellerinde olduğunu öne sürmüştür. Veya çok yakında bu açıklamalara ulaşacaklarını söylemişler fakat profesyonel bilim literatüründe iddialarına bir destek bulamamışlardır. Daha önemlisi, sistemlerin kendi yapıları incelendiğinde, yaşam mekanizmalarının Daruiin'ci bir yaklaşımla asla açıklanamayacağı ortadadır.*

Evrim esnek bir kelimedir.[2] *Bu kelime bazıları tarafından bir şeyin zamanla değişmesi anlamında kullanılabilir; ya da diğerlerince tüm canlıların tek bir atadan geldiği iddiası anlamındadır. Bu iddiada, değişimlerin hangi mekanizmalarca nasıl gerçekleştiği belirtilmemiştir. Biyolojik anlamı ile evrim ise, cansız bir maddeden yaşamın ortaya çıktığı ve bunun tamamen doğal etkilerle oluştuğu anlamındadır. Bu anlam, kelimeye Darwin tarafından yüklenmiştir ve bilimsel çevrelerde de aynı şekilde kullanılmaktadır. Ben de kitap*

içinde evrim kelimesini bu yaklaşımları ifade etmek amacıyla kullanacağım.

DETAYLAR İÇİN ÖZÜR

Birkaç yıl önce, Noel Baba (!) ilk oğluma üç tekerlekli bir bisiklet uerdi. Ne yazık ki. kendisi oldukça meşgul olduğu için bisiklet parçalarını kutudan çıkaracak ue bir araya getirecek vakti olmamıştı. Bu iş sonuçta bana, yani babaya kaldı. Kutudan bütün parçalan çıkardıktan sonra, kullanım talimatını açtım ve derin bir nefes aldım. Talimat, altı sayfalık detaylı bir metinden oluşuyordu: sekiz farklı boydaki vidayı yan yana dizin, 1 santimlik tornavidayı şaftın içinden geçirin, ve sonra da şaftı bisikletin gövdesinin tam ortasındaki kare boşluğa yerleştirin. Talimatı okumak dahi istemiyordum, çünkü gazete okuduğumda kullandığım göz gezdirme tekniğinin burada işe yaramayacağını tahmin ediyordum - burada bütün iş detaylardaydı. Ama yine de gömleğimin kollarını sıyırdım, bir kutu kola açtım ve çalışmaya başladım. Birkaç dakika sonra bisiklet kurulmuştu. Bu işlem sırasında kitapçıktaki her talimatı defalarca okudum (zihnimde sabitleştirmek için) ve talimatın gerektirdiği bütün tarifleri uyguladım.

Benim talimatlara karşı olan nefretim aslında oldukça yaygındır. Bütün evlerde video (VCR) olmasına rağmen, pek çok kişi bunları hayatı boyunca programlamamıştır. Bu teknolojik aletler detaylı çalıştırma talimatlarıyla beraber gelir, ancak kitapçıktaki her kelimeyi okuma düşüncesi fazlasıyla yıldırıcıdır. Sonuçta evde bulunan on yaşındaki çocuk duruma el koymak zorunda kalır.

Ne yazık ki biyokimyanın çoğunluğu, talimat kitapçığına benzer. Çünkü en önemli noktalar detaylarda saklıdır. Biyokimya ders kitabına sadece bir göz atmış bir öğrenci, ilk sınavda soğuk terler dökerek tavanı seyretmek zorunda kalacaktır. Kitabı sadece şöyle bir karıştırmak, öğrencinin "Tripsin tarafından oluşturulan peptid bağların hidrolizinin ana hatlarını çizin" gibi sorulara cevap hazırlaması için yeterli olmayacaktır. Biyokimyanın, yaşam kimyasının genel prensiplerini anlamaya yarayan özellikleri olmasına rağmen, bu prensipler sizi sadece daha uzaklara götürür. Mühendislikte bir sınıf atlamak, bisiklet kuruluş kitapçığının yerine geçmez, aynı şekilde videonun programlanması konusunda da yardımcı olmaz.

Ne *yazık ki, pek çok insan biyokimyanın bu detaylarının farkındadır. Kan kanseri hastalığı olan kişiler, kısa yaşamlarında şiddetli ağrılara karşı koyarken vücutlarındaki 146 aminoasitten bir tanesindeki değişikliğin ne derece önemli olduğunun farkındadırlar. Tay-Sachs veya karaciğer yetmezliği, ya da diabet veya hemofili hastalıkları olan çocukların anne babaları, biyokimyasal detaylar hakkında istemedikleri kadar çok şey bilirler.*

Bu nedenle, çalışmalarının insanlar tarafından okunmasını isteyen bir yazar olarak bir ikilemle karşı karşıyayım: insanlar detayları okumaktan nefret ediyorlar, fakat biyokimyanın, evrim teorisini çökerttiği ancak detaylarla anlaşılabilir, insanların sevmediği bir kitabı bu nedenle yazdım, amacım onları ikna edecek detayları gözler önüne sermekti. Yine de bahsedeceğim karmaşıklık tecrübeyle daha iyi anlaşılacaktır. İşte bu yüzden, siz saygıdeğer okuyucum; bu kitapta fazlaca detay olacağı için şimdiden özür diliyorum.

Kitap üç bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm bazı ön bilgiler uerir ve evrimin neden moleküler düzeyde - biyokimya biliminin temelidir - tartışıldığını gösterir. Bu bölüm teknik detaylardan uzaktır, göz konusunu tartışırken biraz detaya girilmiştir. İkinci bölümde ise birçok detayın bulunduğu "örnekler bölümü" vardır. Üçüncü bölüm, biyokimya alanındaki buluşların incelendiği tekniklikten uzak tartışmaları içerir.

Sonuçta en zor kısım daha çok ikinci bölümde verilmektedir. Bu bölümde öne sürülen fikri daha sağlıklı aktarabilmek için tanıdık, günlük olaylara ve nesnelere benzetmeler yapıyorum. Hatta bu bölümde, biyokimyasal sistemlerin detaylı tanımları en aza indirilmiştir. En ince detayları içeren paragraflar - birçok teknik terimle doludur - okuyucuyu uyarmak için, metinde " O " şeklinde işaretlenmiştir. İsteyenler, ikinci bölüme göz gezdirebilirler. Diğerleri ise bölümü tüm detaylarıyla incelemeyi ve tekrar geri dönerek okumayı isteyebilirler. Biyokimya hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak isteyenler için, birtakım genel biyokimya prensiplerini açıklayan bir "Ek" kısmı dahil ettim. Fakat yine de kütüphaneden biyokimyayı tanıtan bir kitap alarak tüm detayları öğrenmenizi tavsiye ederim.

KIŞIM I

KUTU AÇILIYOR

BÖLÜM 1

LİLİFUT BİYOLOJİSİ

FİKRİN SINIRLARI

Bu kitap biyokimya alanındaki son buluşlarla köşeye sıkıştırılan Darwin'in Evrim Teorisi ile ilgilidir. Biyokimya, yaşamın temellerini inceleyen bir bilim dalıdır: hücreleri ve dokuları oluşturan moleküller; sindirim, fotosentez, bağışıklık sistemi ve diğer birçok işlem için kimyasal reaksiyonları katalize eden moleküller ve dahası[1]. 1950'lerin ortasından beri biyokimya bilimindeki gelişmeler, dünyayı anlamak için bilimin gücünü arttırdı. Bu durum, ilaç ve tarım sektörüne pratikte pek çok faydalar sağladı. Ancak zaman zaman kendi bilgilerimiz için de bir bedel ödemek zorunda kalırız. Binaların temelleri kazıldığında, bunların üstündeki yapılar sallanır, hatta bazen tamamen yıkılırlar. Bilimler, örneğin fizik, kendi bulgularını keşfettiğinde dünyanın sırlarını anlamaya yarayan eski yöntemler ortadan kaldırıldı, tekrar iyice gözden geçirildi veya sınırlı uygulamalar için kullanıldı. Peki doğal seleksiyon ve evrim teorisine de aynı şey olacak mı?

Önemli fikirlerde olduğu gibi, Darwin'in fikri de oldukça basittir. Daru/in, bütün türler arasında bir çeşitlilik olduğunu gözlemledi: bazı üyeler daha büyük, bazıları daha küçük, bazıları daha hızlı, bazıları daha renkliydi, vb. Sınırlı besin kaynaklarının hepsi için yetersiz olacağını düşünerek, kendilerine bu çeşitlilikte yaşam için savaşma şansı verilmiş olanların daha az güçlü olanlarla rekabet ederek hayatta kalmayı ve üremeyi başardıklarını öne sürdü. Eğer bu varyasyon kalıtsal ise, o zaman türlerin özellikleri zamanla değişecek, ve uzun zaman sonra büyük değişiklikler meydana gelebilecekti.

Bir yüzyıldan daha uzun süreden beri pek çok bilimadamı, hayatın tamamının ya da bütün ilginç özelliklerin, varyasyonlar ve doğal seleksiyon sonucunda oluştuğunu düşünüyordu. Darwin'in fikri, dünyanın etra-

fında yaşamın dağılımını ve çeşitliliğini açıklamak için kullanılıyordu. ispinoz gagası, at serisi, güvelerin renkleri ve sınıf farklılıkları da bunlara dahildi. Hatta bu teori, bazı bilimadamları tarafından insan davranışlarının anlaşılması için de genişletilmişti: İntihar eden insanlar neden bunalıma düşer, neden gençler evlenmeden çocuk sahibi olurlar, neden bazı gruplar zeka testlerinde diğerlerinden daha başarılı olur ve neden dini misyonerler evlenemez ve çocuk sahibi olamazlar... Evrimsel düşünceye konu olmamış hiçbir şey kalmamıştır aslında - bir organ veya fikir, görüş ya da duygu olsa bile.

Darvvin'in teorisinin öne sürülmesinden sonraki bir buçuk yüzyılda, evrim ve biyoloji, çevremizde gördüğümüz yaşamın örneklerinin hesaplanması konusunda büyük bir başarı elde etmiş gibi görünüyor. Bir çoğuna göre, teori zaferle tamamlanmıştı. Ama yaşamın gerçek işlevi hayvanların dış görünümünde veya organlarda gerçekleşmez, bütün canlıların en önemli parçaları gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Yaşam detaylarda ve yaşamın detaylarını içeren moleküllerinde yaşanır. Darwin'in fikri belki atların toynaklarını açıklayabilir, peki acaba yaşamın başlangıcını açıklayabilir mi?

1950'lerden kısa bir süre sonra bilim, yaşayan organizmaları meydana getiren moleküllerin bir kısmının özellikleri ve şekillerini belirleyebilecek bir noktaya geldi. Yavaş yavaş, uzun çalışmalar sonucu pek çok biyolojik molekülün yapısı keşfedildi ve bunların çalışma yöntemleri sayısız deney ile kanıtlandı. Toplanan sonuçlar ise yaşamın makinalar üzerine kurulu olduğunu göstermektedir. Bu *makinalar,* moleküllerden oluşmuştur! Moleküler makinalar yüklerini hücre içindeki bir yerden diğerine. yine diğer moleküller tarafından meydana getirilen "anayollar" ile taşırlar. Bu arada diğerleri hücreyi bir şekilde sabit tutabilmek için kablo, ip ve makara göreviyle hareket ederler. Makinalar hücreye ait şalterleri açıp kaparlar, bazen hücreyi öldürürler veya aksine gelişmesini sağlarlar. Güneş enerjisiyle çalışan makinalar fotonların enerjisini ele geçirir ve bunları kimyasal maddeler içinde saklarlar. Elektrikli makinalar, akımın sinirlerden geçmesini sağlar. Üretim yapan makinalar kendileri gibi başka moleküler makinaları ve ayrıca kendilerini de inşa ederler. Hücre, makinalar kullanarak yüzer, makinalarla kendisini kopyalar, makinalarla beslenir. Kısacası, oldukça karmaşık olan moleküler makinalar her türlü hücresel işlemi kontrol ederler. Yaşamın detaylarının ince ayarı yapılmıştır ve sonuçta yaşamın makinaları oldukça karmaşıktır.

Yaşamın tümü Darvvin'in Evrim Teorisine uyabilir mi? Popüler med-

ya ilginç hikayeler yayınlamaktan hoşlandığı ve bazı bilimadamları kendi keşiflerinin ne kadar büyük ve önemli olduğu konusunda spekülasyon ortaya atmaktan hoşlandıkları için, halkın doğru olanla olmayanı ayırt etmesi oldukça zor olmuştur. Gerçek kanıtı bulabilmek için bilimsel çevrelerce hazırlanmış dergi ve kitapları incelemekte yarar vardır. Bilimsel yazılar, deneyleri birinci elden yayınlamaktadır ve bu konudaki kayıtlar genellikle daha sonra birbirini takip edecek abartmalardan uzaktır. Ama daha sonra da belirteceğim gibi, evrim üzerine yapılan bilimsel yayınları incelerseniz ve araştırmanızı moleküler makinalar, yani hayatın temeli üzerine odaklanırsanız; gitgide artan bir korku ve kesintisiz bir sessizlikle karşılaşırsınız. Yaşamın karmaşıklığı, bunu hesaplama yolundaki bilimin girişimlerini felce uğratmış, moleküler makinalar Darvvin'in evrensel boyutlarının önüne aşılamaz bir bariyer kurmuştur. Bunun nedenini bulmak için, bu kitapta pek çok ilginç moleküler makinayı inceleyeceğim, daha sonra bunların rastgele mutasyonlar ve doğal seleksiyon ile açıklanıp açıklanamayacağını sorgulayacağım.

Evrim ihtilaflı bir konudur, bu nedenle kitabın başında birkaç temel soruya açıklık kazandırmak gerekmektedir. Pek çok insana göre, Darwin'ci evrimin sorgunlanması, yaratılış inancını ortaya çıkarmaktadır. Genel olarak anlaşıldığı gibi, yaratılış on bin yıl önceki evrenin yaratılışı inancını kapsar. Bu da, hâlâ oldukça geniş bir kitleyi etkileyen İncil'in yorumlanmasıdır. Kayıtlara göre, evrenin fizikçilerin söylediği gibi milyonlarca yıllık olduğu yine de şüphelidir. Evrimsel bağlamda organizmaların gelişmeleri ve davranışları üzerine çalışan arkadaşlarımın çabalarına çok saygı duyuyorum ve bana göre evrimci yaklaşıma sahip bu biyologlar, dünyayı anlamamız için oldukça büyük işler başarmışlardır. Darwin'in mekanizması - varyasyon ve doğal seleksiyon - pek çok şeyi açıklamaya yeterli değildir ve moleküler yaşamı da açıklayacağına kesinlikle inanmıyorum.

BİYOLOJİNİN KISA BİR HİKÂYESİ

Yaşamımızdaki her şey pürüzsüzleştiği zaman, pek çoğumuz içinde yaşadığımız toplumun "doğal" olduğunu düşünmeye başlarız ve yaşam ile ilgili fikirlerimizin de doğru olduğuna inanırız. Başka zaman ve başka yerlerdeki insanların nasıl yaşadıklarını ve nelere inandıklarını bilmek zordur. İsyanların yaşandığı dönemlerde, somut gerçekler sorgulandığı zaman dünyadaki hiçbir şeyin bir anlamı olmadığı sanılabilir. Böyle za-

manlarda, tarih bizlere güvenilir bir bilginin araştırılmasının uzun, zor ve bitmeyecek bir çaba gerektirdiğini gösterir. Danvin'in evrimini inceleyebileceğimiz perspektifi geliştirmek için sonraki birkaç sayfa boyunca biyolojinin kısa bir tarihinden bahsedeceğim. Şu bir gerçektir ki. bu tarih kara kutuların zinciri haline gelmiştir; bir tanesi açıldığında bir diğeri açığa çıkar.

Kara Kutu, işe yarayan bir alet için garip bir isim olarak düşünülebilir, kesinlikle çok ama içerdiği işleyiş gizemlidir. Çünkü bazen çalışmalar görünmez ve hatta anlaşılamaz. Bilgisayarlar kara kutuya güzel bir örnektir. Pek çoğumuz bu mükemmel makinaların nasıl çalıştıklarını dahi bilmeden kullanırız. Yazı yazarken, grafikler oluştururken veya oyun oynarken, kasanın içinde olup bitenleri fark etmeyiz. Dışta kalan koruyucu kısmı kaldırabilsek bile, içindeki parçaların ne anlama geldiğini anlayamayız. Bilgisayarı oluşturan parçalar ve yaptığı işler arasında basit veya kolaylıkla gözlemlenebilir bir bağlantı yoktur.

Uzun ömürlü bir pile sahip bir bilgisayarın zaman içinde Kral Arthur'un dönemine, yani bin yıl öncesine gittiğini düşünelim. O dönemdeki insanlar bu bilgisayara nasıl tepki gösterirlerdi? Pek çoğu şaşkınlıkla bakakalırdı ama bazıları da bunun ne olduğunu anlamak isteyebilirdi. İçlerinden biri, tuşlara bastığı anda harflerin ekranda belirdiğini fark edebilirdi. Bazı harflerin bir araya gelmesiyle oluşan bilgisayar komutları ekranı değiştirebilir ve bir süre sonra başka komutlar da öğrenilebilirdi. Ortaçağ'da yaşayan İngiliz halkı bilgisayarın sırlarını ortaya çıkarmış olduklarını sanabilirdi. Ancak en sonuda birisi bilgisayarın kasasını açacak ve bilgasayarın içteki çalışmasına göz atacaktır. Birden bire "bilgisayar nasıl çalışır" teorisi en saf hali ile açığa çıkacaktır. Kara kutunun sırları yavaşça çözülmekte ve başka bir kara kutu ortaya çıkarmaktadır.

Eski zamanlarda biyolojinin tümü bir kara kutuydu. Çünkü hiç kimse yaşayan canlıların işlevlerinin en görünen yönlerini bile anlamıyordu. Bir bitki veya hayvanın yapısı karşısında ağızları açık kalan ve bunların işlevlerini merak eden insanlar anlaşılamayan bir teknoloji ile karşı karşıya idiler. Tam anlamıyla karanlıktaydılar.

İlk biyolojik incelemeler, uygulanabilecek tek yöntemle –çıplak gözle– başladı.[2] M.Ö. 400'lerden itibaren pek çok kitap, ("tıbbın babası" olarak adlandırılan Hipokrat'a ait oldukları söylenir) bazı genel hastalıkların belirtilerini tarif eder ve bu hastalıkların nedenlerini diyet ve diğer fiziksel sebeplere bağlar. Bu yazılanlar bir başlangıç olmasına rağmen, konu yaşayan varlıkların genel yapılarına gelince bir açıklama yapılamıyordu.

Onlar, varolan her şeyin dört öğeden oluştuğuna inanıyordu: toprak, hava, ateş ve su. Yaşayan bedenler ise, şu dört salgıdan meydana gelmekteydi; kan, sarı safra, siyah safra ve balgam. Dolayısıyla tüm hastalıkların bu salgılardan bir tanesinin artması ile meydana geldiğini düşünüyorlardı.

Yunanlıların en büyük biyologları, aynı zamanda da en büyük filozofları Aristo idi. Doğduğunda Hipokrat halen hayattaydı ve Aristo kendisinden öncekilerin fark ettiği gibi, doğa hakkında en sağlıklı bilgiyi sistematik gözlem sonucunda elde edebileceğini anladı. Dikkatli bir inceleme sonucunda canlılar dünyasında çok hassas bir düzenin varolduğunu anladı. Bu çok önemli bir adımdı. Aristo hayvanları iki genel kategoriye ayırdı: kanı olanlar ve olmayanlar – bu sınıflandırma omurgalılar ve omurgasızlar şeklindeki modern sınıflandırmaya benzemektedir. Omurgalılar kategorisine memeliler, kuşlar ve balıkları dahil etmişti. Havada ve karada yaşayabilen sürüngenleri tek bir gruba topladı ve yılanları ayrı olarak değerlendirdi. Araştırmalarında farklı aygıtlar kullanmamasına rağmen, Aristo'nun vardığı sonuçlar ölümünden binlerce yıl geçtiği halde hala başvuru kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Aristo'yu takip eden bin yıl boyunca biyoloji konusunda araştırma yapan oldukça az bilimadamı yaşadı. Bunlardan birisi, M.S. 2.yy'da yaşayan Roma'lı fizikçi Galen'dir. Galen'in çalışmaları bitki ve hayvanların dışarıdan görünen kısımları ile içlerinin dikkatlice incelenmesinin oldukça gerekli olmasına rağmen, biyolojiyi anlamak için yeterli olmadığını savunmaktadır. Örneğin Galen, öncelikle hayvanların organlarının fonksiyonlarını anlamaya çalışmıştı. Kalbin kanı pompaladığını bilmesine rağmen, yalnızca kana bakarak onun vücut içinde dolaşıp tekrar kalbe geri döndüğünü anlayamamıştı. Galen büyük bir hataya düşerek, pompalanan kanın dokuları "sulama" amaçlı olduğunu ve kalbe kaynak oluşturmak için sürekli yeni kan üretildiğini düşünmüştü. Onun fikirleri tam bin beşyüz yıl boyunca tartışıldı.

İngiliz bilimadamı William Harvey'nin kanın tek bir yönde aktığı ve tam bir devridaim yaparak kalbe döndüğü şeklindeki teorisini tanıttığında, daha 17.yy'a gelinmemişti. Harvey'nin hesaplamasına göre, eğer kalp tek bir atışta elli gramlık kan pompalarsa, dakikada 72 kere attığına göre, bir saat içinde 245 kilogram kan pompalanmış olacaktır – bu bir adamın ağırlığının üç katına eşittir! Bu kadar kısa zamanda bu derece fazla kan üretmesi açıkça imkansız olduğundan, kanın tekrar kullanılması gerekmekteydi. Harvey'in aldığı sonuç (hesaplamayı kolaylaştıran yeni Arap rakamlarından faydalanmıştır) daha önceden ortaya konma-

mış bir sonuçtur ve modern biyolojik düşünce için önemli bir aşama oluşturmuştur.

Ortaçağ'da bilimsel araştırmalar hız kazandı. Aristo'nun ortaya attıklarını, birçok doğabilimci izledi. İlk botanikçilerden Brunfels, Bock, Fuchs ve Valerius Cordus pek çok bitkiyi tanımladı. Bilimsel çizimler, Rondelet'in hayvan yaşamı üzerine detaylı çizimleri yapması ile gelişti. Conrad Gesner gibi ansiklopediciler bütün biyolojik bilgileri özetleyen geniş bilgi kaynakları yayınladılar. Linnaeus ise Aristo'nun sınıflandırma çalışmasını sınıf, cins ve türleri katarak geliştirdi. Karşılaştırmalı biyoloji çalışmaları, yaşamın karşıt tarafları arasındaki benzerlikleri gösterdi ve bundan sonra ortak soy fikri tartışılmaya başlanmıştır.

On yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda bilimadamları Aristo ve Harvey'nin gözlemlerine ve mantıklı önerilerine ek çalışmalar yaptı ve biyoloji hızla ilerledi. Fakat en fazla dikkat verilse ve zekice sebepler ortaya koyulsa da, sistemin parçaları görünür değilse bu gibi konularda fazla gelişme elde edilemez. İnsan gözü milimetrenin onda biri kadar küçük objeleri saptayabilir, buna rağmen hayatta pek çok olay mikro seviyede gerçekleşmektedir, yani Liliput ölçeklerinde. Bu nedenle biyoloji durağan bir noktada kaldı: Organizmaların genel yapılarını içeren bir kara kutu açılarak, yaşamın alt seviyelerindeki diğer kara kutulan açığa çıkarmaktaydı. Daha fazlasını anlamak için biyolojinin bir seri teknolojik ilerlemeye ihtiyacı vardı. Bunlardan ilki mikroskoptu.

KARA KUTU İÇİNDEKİ DİĞER KARA KUTULAR

Eski dönemlerde de mercekler bilinmekteydi ve 15.yy'a kadar yaygın olarak gözlüklerde kullanılırlardı. 17.yy dan önce ilk basit mikroskobu meydana getirmek için dış bükey ve iç bükey mercekler bir tüp içinde biraraya getirildiler. Galileo bu araçlardan bir tanesini kullandı ve böceklerin birleşik gözlerini keşfettiğinde oldukça şaşırdı. Stelluti, arı ve buğday bitlerinin gözlerine, antenlerine, dillerine ve diğer parçalarına baktı. Malpighi, kılcal damarlar boyuca kanın sirkülasyonunu gördü ve embriyo halindeki bir civcivin kalbinin ilk gelişmelerini tanımladı. Nehemiah Grew ise bitkileri inceledi; Swammerdam mayıs böceğini incelemek üzere kesti; Leeuvvenhoek bakteri hücresini gören ilk kişiydi ve Robert Hooke da yapraklardaki ve mantarlardaki hücreleri tanımladı (bunların önemini pek kavrayamasa da).

Daha önce anlaşılamayan Liliput dünyasının keşfi başlamıştı, yaşa-

yan varlıkların ne olduğuna dair oturmuş düşünceler tamamen tersine döndü. Bilim tarihçisi Charles Singer'ın belirttiği gibi; "yaşayan varlıkların eksiltilemez sonsuz karmaşıklıklarının anlaşılması, Galileo'nin daha önceki nesillerin önüne açtığı astronomik dünyanın düzenli ihtişamı gibi felsefi açıdan akılları karıştırmaktaydı, fakat her ikisinin de insanların kafasında anlaşılır olması çok uzun zaman aldı." Başka bir deyişle, bazen yeni açılan kutular bizden bütün teorilerimizi yenilememizi ister. Bu tür durumlarda ise, büyük bir isteksizlik meydana gelebilir.

Hücre teorisi, on dokuzuncu yüzyılın başlarında Matthias Schleiden ve Theodor Schwann tarafından öne sürülmüştür. Schleiden öncelikle bitki dokusu üzerinde çalıştı, hücreler içindeki siyah noktanın -çekirdeğin- önemine dikkat çekti. Schwann, hayvan dokularının görülmesi oldukça zor olan hücreleri üzerine yoğunlaştı. Sonuç olarak Schvvann, hücrelerin ve hücre salgılarının hayvan ve bitkilerin tüm yapılarını oluşturduğu sonucuna vardı. Buna göre, hücreler kendilerine ait yaşamları ile bağımsız ünitelerdi. Schwann, "organize sistemlerin gücü, hücrelerde yatmaktadır" dedi. Schleiden ise, "Temel soru, hücre gibi garip bir organizmanın başlangıcı nedir?" diyerek ilk oluşumu sorgulamaya başladı.

Schleiden ve Schvvann'ın çalışmaları 1800'lerin başlarındaydı. Bu dönem, Darwin'in seyahati ve *Origin of Species* (Türlerin Kökeni) kitabını yazdığı zamandır. Darvvin'e göre ve o dönemin diğer bütün bilimadamlarına göre, hücre bir kara kutuydu. Ancak hücre seviyesinin üzerindeki biyoloji ses getirebildi. Hayatın evrimleştiği fikri ilk olarak Darwin'e ait değildi, ama daha sonra bu konuyu en sistematik şekilde ele alan oydu. Doğal seleksiyonun varyasyonlar üzerinde etki etmesini esas alan evrim teorisini ortaya attı.

Zamanla, hücresel kara kutu tamamıyla incelendi. Hücrenin araştırılması, mikroskobun sınırlarını zorladı. Bu sınırlar, ışığın dalga boyları üzerine kurulu idi. Fiziksel nedenlerden dolayı bir mikroskop, beraberce kendilerini aydınlatan yaklaşık bir buçuk dalga boyundaki ışıktan daha yakın olan iki noktayı belirleyemiyordu. Görünen ışığın dalga boyu, bir bakteri hücresinin çapının kabaca onda biri olduğuna göre, hücrenin kritik detayları ışık mikoskobu ile görünemez. Dolayısıyla daha ileri teknolojik gelişmeler olmadan hücrenin kara kutusu açıklanamazdı.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarında fizik hızla gelişirken, J.J. Thomson elektronu buldu. Bundan yaklaşık on yıl sonra elektron mikroskobu geliştirildi. Elektronun dalga boyu, görünen ışığın dalga boyundan daha kısa olduğu için daha küçük objeler elektronla "aydınlatıldığında" sapta-

nabilirdi. Ama elektron mikroskobunun pratikte pek çok zorlukları vardır. En azından elektron bombardımanı sırasında numune yanabilirdi. Ama problemin üstesinden gelebilmek için çeşitli yöntemler bulundu ve II.Dünya Savaşı'ndan sonra elektron mikroskobu asıl işlevine girdi. Böylelikle yeni alt hücresel yapılar keşfedilmiş, çekirdekte delikler olduğu görülmüş ve mitokondri (hücrenin güç merkezi) üzerinde çift zar saptanmıştır. Işık mikroskobu altında oldukça basit görünen hücre, elektron mikroskobunun altında bu defa oldukça farklı görunüyordu. İlk ışık mikroskobunu kullananların böceklerin detaylı yapılarını gördüklerinde yaşadıkları heyecan, yirminci yüzyıl bilimadamlarının hücrenin karmaşıklığını gördüklerinde de yaşandı.

Bu buluşlar sonucunda biyologlar en büyük kara kutuya yaklaştılar. *Hayatın nasıl işlediği* sorusu yalnızca Darvvin ve onun çağdaşlarının sorduğu bir soru değildi. Gözlerin görme amaçlı var olduklarını biliyorlardı – ama nasıl görüyorlardı? Kan nasıl pıhtılaşıyordu? Vücut nasıl hastalıklarla savaşıyordu? Elektron mikroskobu altında incelenen karmaşık yapılar daha küçük bileşenlerden oluşuyordu. Bu bileşenler nelerdi? Bunlar neye benziyorlardı? Nasıl çalışıyorlardı? Bu soruların cevaplan bizleri biyoloji ve kimyanın alanından uzaklaştırmakta ve on dokuzuncu yüzyıla geri götürmektedir.

HAYATIN KİMYASI

Herkesin oldukça iyi bildiği gibi, yaşayan varlıklar yaşamayan varlıklardan farklı görünürler farklı işlevleri vardır. Aynı zamanda farklı his verirler: Deri ve saç, kaya ve kumdan rahatlıkla ayırt edilebilir. Pek çok insan on dokuzuncu yüzyıla kadar doğal yaşamın özel bir materyalden meydana geldiğini düşünüyorlardı. Bu materyal, cansız objeleri meydana getiren materyallerden farklıydı. Ama 1828'de Friedrich Wöhler amonyum siyanürü ısıtarak, bir biyolojik atık olan üreyi meydana getirdi. Örenin cansız bir materyalden sentezlenmesi canlılık ile cansızlık arasındaki farklılığı ortadan kaldırdı. İnorganik kimyacı Justus von Liebig de, hayatın kimyasını (biyokimyayı) araştırmaya başladı. Liebig, hayvanların vücut ısılarının yedikleri yiyeceklerin yanması yoluyla gerçekleştiğini gösterdi; bu basit anlamda doğuştan kazanılmış bir özellik değildi. Başarılı çalışmaları sonucu metabolizma fikrini formüle etti, buna göre vücut gelişmekte ve kimyasal işlemlerle vücuda giren parçacıkları ayrıştırmaktaydı. Ernst Hoppe-Seyler ise kandaki kırmızı maddeyi (hemoglo-

bini) kristalize etti ve vücut içinde oksijeni taşıdığını gösterdi. Emil Fischer protein denilen geniş bir sınıfın varlığını açıkladı. Buna göre proteinler, yirmi ayrı çeşit yapı taşının (aminoasitler) zincir şeklinde bir araya gelmesinden oluşuyordu.

Proteinler neye benzer? Emil Fischer'in proteinlerin aminoasitlerden meydana geldiğini açıklamasına rağmen, yapılarının detayları halen bilinmemekteydi. Proteinlerin boyutları, elektron mikroskobunda dahi görünmeyecek kadar küçüktü, ancak proteinlerin yaşamın en temel makinalarından biri olduğu ve kimyasal katalizör olarak hücrenin yapısını oluşturduğu açıkça ortaya çıkmıştı. Bu nedenle proteinin yapısını incelemek için yepyeni bir teknik gerekmekteydi.

Yirminci yüzyılın ilk yarısında, röntgen kristalografisi küçük moleküllerin yapılarını belirlemek için kullanıldı. Kristalografi, röntgen ışınının bir kimyasala ait kristalin üzerinde ışıması işlemini anlatmaktadır. Işınlar, defraksiyon adı verilen bir hareket ile dağılırlar. Eğer kristalin arkasına bir film yerleştirilirse, böylece defraksiyona uğrayan ışınların dağılımı film üzerinde görülebilir. Defraksiyon dağılımı da detaylı bir matematiksel hesaplamadan sonra, moleküldeki *her atomu tek tek* ortaya çıkarır. Röntgen kristalografisinin tekniklerini proteinler üzerinde uygulaması, onların yapılarını gösterecekti ama büyük bir problem vardı: moleküldeki atomların sayısı arttıkça, matematiksel hesaplama zorlaşıyor ve kimyasalın kristalize edilme işlemi güçleşiyordu. Proteinler, kristalografide incelenmiş moleküllerden düzinelerce fazla atom içerdiklerinden, bu problem kat kat daha zor hale gelmekteydi. Ama bazı insanlar da bizlerden, kat kat daha fazla sabırlıdırlar.

1958'de yıllarca süren çalışmalarından sonra, J.C. Kendrew; röntgen kristalografisini kullanarak, miyoglobin proteininin yapısını saptadı. Nihayet bulunan bir teknik, yaşamın bileşeninin detaylı yapısını göstermişti. Peki ne görülmüştü? Bir kez daha, daha karmaşık bir yapı! Miyoglobinin yapısının saptanmasından önce, proteinlerin tuz kristalleri gibi basit ve düzenli yapılar olduğu düşünülüyordu. Miyoglobinin karmaşık, büklümlü ve yuvarlak yapısının incelenmesi üzerine, Max Perutz "Gerçeğin incelenmesi amacıyla yapılan bir araştırma, bunun gibi gizli ve benzersiz bir objeyi ortaya çıkarmış olabilir mi?" diye sormuştu. Biyokimyacılar proteinlerin bu karmaşık yapılarına hayran kalmışlardı. Bilgisayar teknolojisindeki ve kullanılan diğer aygıtlardaki gelişmeler, kristalografiyi bugün Kendrevv döneminden çok daha kolay hale getirmiştir.

Kendrew'in protein üzerindeki ve (alanında en çok tanınan bilimadamlarından) Watson ve Crick'in DNA üzerindeki röntgen çalışmalarının sonucunda, ilk kez biyokimyacılar üzerinde çalıştıkları moleküllerin şekillerini öğrendiler. Modern biyokimyanın başlangıcı bu tarihe işaret etmektedir. Fizik ve kimyadaki gelişmeler, her yöne yayılmış ve yaşamın araştırılması konusunda güçlü bir sinerji yaratmıştır.

Röntgen kristalografisi teorik olarak yaşayan tüm varlıklara ait moleküllerin yapılarını belirleyebilse de, pratikteki bazı problemler, bunun yalnızca bazı protein ve nükleik asitlerde kullanımına neden olmaktadır. Yeni tekniklerin bulunmasıyla, kristalografinin eksikleri büyük bir hızla tamamlandı. Bir objenin yapısının anlaşılması konusunda kullanılan tekniklerden bir tanesine de, *nükleer manyetik rezonans* (NMR) tekniğidir. NMR tekniği ile bir molekül solüsyon içindeyken üzerinde çalışılabilir– bunun binbir zorlukla kristalleşmesi gerekmez. Röntgen kristalografisinde olduğu gibi NMR tekniği de, protein ve nükleik asitlerin mutlak yapılarını saptayabilir. Aynı zamanda, kristalografi gibi NMR'nin bilinen proteinlerden yalnız bir kısmı üzerinde kullanılması mümkündür. Ancak, NMR ve röntgen kristalografilerinin ikisi birden, bilimadamlarına proteinlerin görünümlerine dair detaylı bir fikir verebilmek için yeterli olmuştur.

Leeuwenhoek, bir pirenin üzerindeki akarı görebilmek için mikroskop kullandı. Jonathan Swift ise sürekli daha küçük böceklere ve mikroplara doğru giden bu zincirden ilham alarak bir şiir yazdı:

Sonuçta doğa bilimciler bir pireyi incelediler
Üzerinde avlanan daha küçük pireler vardı;
Ve onlar da kendilerini ısıran daha küçüklerine sahiptiler;
Ve bu iş *sonsuza dek* devam etmekteydi.

Swift hatalıydı, bu durum sonuna kadar bu şekilde devam etmedi. Yirminci yüzyılın sonlarında yaşam üzerine yapılan araştırmaların seli içindeyiz ve bunun sonu ise görünürde. Geriye kalan en son kara kutu hücreydi ve açılınca moleküller ortaya çıktı. Bu da doğanın varoluş yatağıydı. Bundan daha basitine inemeyiz. Buna ek olarak, enzimler ve diğer proteinler ile nükleik asitler üzerinde yapılan çalışmalar, hayatın temelindeki prensipleri ortaya çıkarmıştır. Pek çok detay açıklanmayı beklemektedir ve şüphesiz bizi bazı sürprizler de beklemektedir. Fakat bir balık, kalp veya hücreye bakarak bunların ne olduğunu ve neyin harekete geçirdiğini düşünen daha önceki bilimadamlarının aksine, modern

bilimadamları proteinlerin ve diğer moleküllerin hareketlerinin yaşamın temelleri için yeterli açıklamalar içerdiğini bilmektedirler. Aristo'dan modern biyokimyaya ulaşana dek, hücre – Darwin'in kara kutusu – açılana kadar katmanlar birer birer ortadan kalkmıştır.

KÜÇÜK SIÇRAMALAR, BÜYÜK SIÇRAMALAR

Arka bahçenizde 4 adım genişliğinde bir delik açıldığını düşünün, boyutları iki yöne de gidiyor ve komşunuzun bahçesini sizinkinden ayırıyor. Eğer bir gün komşunuza kendi bahçenizde rastlarsanız ve oraya nasıl girdiğini sorarsanız, "kuyunun üzerinden atladım" gibi bir cevaptan şüphe etmemeniz gerekir. Eğer kuyu 2.5 metre genişliğinde olsaydı ve komşunuz size aynı cevabı verseydi, onun atletik kabiliyetinden oldukça etkilenirdiniz. Eğer kuyu 4.5 metre genişliğinde olsaydı, bu durumdan şüpheye düşer ve sizin gözünüzün önünde tekrar atlamasını isterdiniz. Eğer reddedip ve dizini incittiğini söylerse, şüpheleriniz artar ama bunun bir hikaye olmadığından hala emin olamazdınız. Eğer kuyu aslında 30 metre genişliğinde büyük bir kanyon olsaydı, o zaman o kişinin karşıya atlayarak geçmesi konusundaki iddiasını bir dakika bile dikkate almazdınız.

Ama düşünün ki, komşunuz – zeki bir insan – iddiasını doğruluyor. Tek bir sıçrama ile karşıya geçmemiştir. Bu kanyonda pek çok tepecikler olduğunu ve bunların 25 santim aralıklarla dizildiğini söyler; böylece sizin tarafınıza ulaşmak için bunların üzerinden sırayla atladığını söyleyecektir. Kanyona doğru bakarak komşunuza hiçbir tepe görmediğinizi, yalnızca sizin bahçenizle onunkini birbirinden ayıran bir yarık olduğunu söylersiniz. Size katılır ama, orayı aşmanın seneler aldığını söyleyecektir. Bu zaman boyunca yarıktaki tepeler oluşmuş ve bunlar yükseldikçe amacını gerçekleştirmiştir. Bir tepeyi terk ettiğinde, onun hemen aşındığını ve kanyonun içinde tekrar ufalandığını iddia edecektir. Anlattıkları oldukça şüphelidir, ama onun doğru söylemediğini kanıtlamak için hiçbir yolunuz yoktur, konuyu değiştirir ve beyzboldan bahsedersiniz.

Bu küçük hikaye pek çok ders içerir. Öncelikle, *zıplamak* kelimesii bir kişinin engelleri aştığına bir delildir. Fakat bazen, açıklamalar inandır rıcı olmaktan çok uzaktır ve gerçeklik, verilen detaylara göre değişir (engelin genişliği gibi). İkinci olarak uzun yolculuklar büyük bir adım atılm a– sı yerine daha küçük atlamalar olarak açıklanırsa, çok daha makul ola* ov lirler. Ve üçüncüsü, bu küçük zıplamaların kanıtının olmaması dururr ʼun- da daha önceden oluşmuş ama daha sonra gözden kaybolmuş olar , taş-

ların üzerinden bir kişinin atladığının doğruluğunu veya yanlışlığını ka-nıtlamak oldukça zor olacaktır.

Dar yarıkların üzerinden atlama benzetmesi evrime de adapte edile-bilir. *Evrim* kelimesi organizmalardaki büyük değişimler kadar küçük değişimlerin açıklanmasını da içermektedir. Bunlara genellikle farklı isimler verilir: Kabaca *mikroevrim,* bir veya birkaç sıçrama ile meydana gelebilen değişiklikleri tanımlar, ancak bunun yanında *makroeurim* ge-niş sıçramaları gerektiren değişiklikleri tarif etmektedir.

Darwin'in doğada küçük değişimlerin meydana gelebileceğine dair iddiası, yeni bir kavramdı. Bu değişikliklerin gözlemlenmesi, Darvvin için kendi sezgilerini doğrulayan memnun edici bir gelişme olacaktı. Dar-win, Galapagos adalarında ispinozların birbirine benzer ama tamamıyla aynı olmayan özelliklerini gördü ve bunların ortak bir atadan geldiği te-orisine vardı. Son zamanlarda Princeton'dan bazı bilimadamları da, ispi-noz topluluklarında gaga büyüklüğünün birkaç yıl içinde değiştiğini göz-lemlediler.3 Daha önceleri bir güve topluluğunda açık ve koyu renkli olanların, çevre koşullarının kirliden temiz hale gelmesiyle değiştiği be-lirtilmişti. Aynı şekilde, Avrupalılar tarafından Kuzey Amerika'ya götürü-len kuşlar da kendi aralarında pek çok farklı gruplara ayrılmışlardı. Son yıllarda bu varyasyonlar konusunda moleküler düzeyde kanıtlar elde et-mek mümkün oldu. Örneğin, AIDS'e yol açan virüsler, insanın bağışık-lık sistemini ortadan kaldırmak için kendi görünümlerini değiştirmektey-diler. Hastalık yapıcı bakteriler, antibiyotiklere karşı savunma yapma ka-biliyeti edinerek geri gelmekteydiler. Bunlara daha pek çok örnek dahil edilebilirdi.

Bu anlamda, Darwin'in teorisi sanki galip gelmiş gibi görünmektedir fakat bir atletin 120 santim genişliğindeki bir yarığı zıplayarak aşabildi-ğini iddia etmesi kadar tartışmaya açıktır. Büyük sıçramalar – makro ev-rim düzeyinde olanlar – kesinlikle şüphe uyandırmaktadır. Bu nedenle Çoğu insan Darwin'in anlattığı büyük değişikliklerin uzun periyodlar iÇinde makul bir şekilde küçük aşamalara bölünebileceğini umarak onun iddiasını desteklediler. Fakat bu ihtimalleri destekleyici veya ikna edici bir kanıt henüz ele geçmemiştir. Ayrıca tepeleri aşarak bahçenize gelen komşunuzun hikayesi gibi, hayali anlamda şüphelerle tarif edilen bu kü-çük aşamaların varlığının değerlendirilmesi şu ana kadar çok zor olmuş-tir.

Modern biyokimyanın gelişmesi **ile yaşamın temel seviyelerini incele-y^iliyoruz. Küçük adımların büyük evrimsel değişiklikleri meydana geti**

rip getiremeyeceği konusunda artık bir değerlendirme yapabiliriz. Bu tapta günlük hayatta rastladığımız canlıları birbirinden ayıran kanyon rın varlığının yanısıra, mikroskopik düzeyde biyolojik sistemleri de bir rinden ayıran kanyonların var olduğunu göreceksiniz. Matematikteki sir örneği gibi, daha küçük ölçeklere baktığınızda tekrarlanan moti yaşamın en ince sınırlarında köprü kurulamayan dar boğazlar meyd getirirler.

BİR ÇİFT GÖZ

Biyokimya, Darwin'in teorisini son sınırına kadar zorlamıştır. önemli bir kara kutunun, yani hücrenin açılmasıyla meydana gelmiş Böylece yaşamın işleyişiyle ilgili düşüncelerimiz, olası cevaplar bulmu tur. Hücre içindeki organik yapıların karmaşıklığı, her şeyin evrimle mesinin nasıl mümkün olabileceği sorusunu gündeme getirdi. Bu so nun önemini hissetmek ve bizi nelerin beklediğini anlayabilmek için, biyokimyasal sistem örneğine bakmakta yarar vardır. Bir fonksiyon kökeninin açıklanması, çağdaş bilime dayanarak yapılmalıdır. Şi görme fonksiyonu için on dokuzuncu yüzyıldan beri neler yapıldı görelim, ve sonra da kendimize bunun köklerinin neye dayandığını s ralım.

On dokuzuncu yüzyılda, gözün anatomisi detaylarıyla biliniyor Gözbebeğinin hem güneş ışığını, hem de gece karanlığını görebilm için panjur gibi bir kabiliyete sahip olduğunu bilimadamları bilmekteyd ler. Göz merceği ışığı toplamakta ve keskin bir şekil oluşturmak için b nu retinada odaklamaktadır. C3öz kaslar sayesinde göz hızlı harek eder. Farklı renkteki ışık, farklı dalga boyları ile bulanık bir görüntü olu turabilecekken, ancak göz merceği sayesinde gözün yüzeyindeki yoğu luk değişir ve ışıktan kaynaklanan dalgalanmalar giderilir. Bu karma metodlar o dönemde gözü inceleyen herkesi şaşırtmaktaydı. On dok zuncu yüzyılın bilimadamları, insanın gözündeki karmaşık detayla herhangi bir özelliğinden yoksun olmasıyla ciddi görme bozuklukları v ya tamamen körlük yaşanacağını bilmekteydiler. Ve onlarda gözün, a cak tamamlanmış son haliyle işlevini yerine getirebileceği sonucuna va dılar.

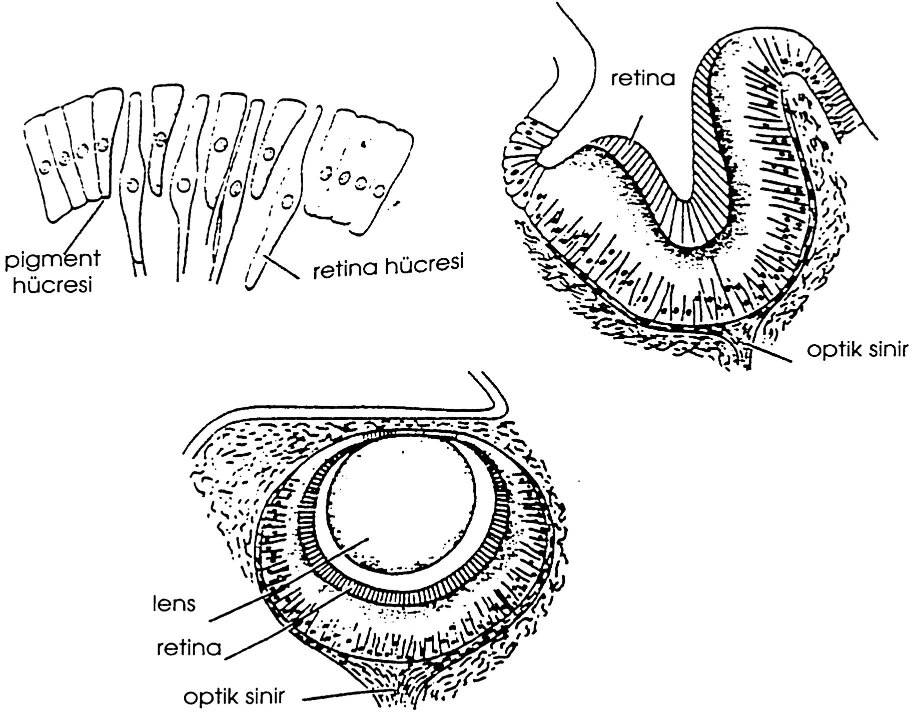
Charles Darvvin de, gözle ilgili gerçekleri biliyordu. Darwin, *Orig of Species* (Türlerin Kökeni)'nde doğal seleksiyon ve evrim teorisi karşı çıkan birtakım fikirlere değinmişti. Hatta kitabının bir bölümün

gözle ilgili yaşadığı problemleri incelemiş ve bu bölümü "Kusursuz Mükemmellikteki ve Karmaşıklıktaki Organlar" olarak adlandırmıştı. Darvin'in düşüncesine göre evrim böyle karmaşık organları tek bir aşamada veya birkaç aşamada meydana getiremezdi. Ama Darvvin göz gibi radikal yeniliklerin nesillerce gerçekleşen faydalı gelişmelerle oluşabileceğini öne sürdü. Eğer bir nesilde göz kadar karmaşık bir organ bir anda meydana gelseydi, bu durum mucize olarak adlandırılmalıydı. Ne yazık ki, insan gözünün zamanla gelişmiş olması imkansız görünmektedir. Bunun nedeni, gözün pek çok karmaşık özelliklerinin birbirlerine bağlantılı olmasıdır. Ancak bütün bunlara rağmen evrime inanılması için, Darurin insanları kompleks organların aşama aşama işlemler ile meydana geldiği konusunda bir şekilde ikna etmeliydi.

Bunu zekice başardığını sandı. Darwin; evrimin gözü meydana getirmek için geçirmiş olduğu aşamaları açıklamayı denemedi. Bunun yerine (basitten komplekse doğru sıralanan) farklı gözlere sahip modern hayvanlara dikkat çekti ve insan gözünün daha önceki canlılara benzer organlardan türemiş olabileceği önerisinde bulundu. (Şekil 1-1)

Oysa, hayvanların her birinin ihtiyaçlarına göre bir göz yap$_{1S}$ı bulunmaktadır ve hiçbirininki daha farklı bir yapıda varlığını sürdüremez. İnsanların karmaşık bir kameraya benzer gözlere sahipken, pek çok hayvan yalnızca mercek ile yetinmektedir. Bu da onların kendi içlerinde eksiltilemez karmaşıklık örnekleridir. Bazı küçük canlılar küçük pigment içeren hücrelere sahiptir, bunlar da ışığa o kadar hassas değildirler. Bu basit mekanizmanın görmeyi sağladığını söylemek zordur ama karanlık ve aydınlığı algılayabildiği için canlının ihtiyaçlarını karşılayabilir. Bazı deniz yıldızlarının ışığa hassas organları daha komplekstir. Gözleri, içeriye doğru bastırılmış bir bölgede bulunmaktadır. Bu bastırılmış bölgenin kavisli kısımları bazı yönlerden ışığın gelişini engellese de, hayvan ışığın hangi yönden geldiğini algılayabilir. Gözün yönü algılayabilmesi, oluşan kavisin eğimini arttırmaktadır. Ancak daha eğimli olması aynı zamanda göze giren ışığın miktarını azaltmakta, hassaslık seviyesini düşürmektedir. Hassaslık, kavisin içine mercek işlevi gören jelatinli bir maddenin yerleştirilmesi ile arttırılabilir. Bazı modern hayvanların bu çeşit merceğe sahip gözleri vardır.

ŞEKİL I - I
ÇEŞİTLİ GÖZLER GÖRÜLÜYOR, (SOLDA) DENİZANALARINDA BULUNAN FOTOALICILARIN OLUŞTURDUĞU BİR ÖBEK. (SAĞDA) MİDYELERDE BULUNAN ÇANAK GÖZ. (AŞAĞIDA) BİR SALYANGOZUN GÖZ MERCEĞİ.



Merceklerdeki yavaş gelişmelerin daha sonra hayvanın ihtiyaçlarının karşılanması için keskin görüntüleri görmesini sağladığını söyleyerek, Darvvin pek çok okuyucusunu, evrim aşamalannın ışığa hassas en basit bir noktayı insandaki karmaşık kamera benzeri göze dönüştürdüğüne ikna etti. Ama görme olayının nasıl başladığı sorusu halen yanıtlanamamıştı. Darvvin dünyanın büyük bir kısmını modern gözün basit bir yapıdan yavaş yavaş meydana geldiğine ikna etmiş görünüyordu, ama görme olayının başlama noktasının nereden geldiğini açıklamayı denememişti bile. Aksine Darvvin, bu basit ışığa hassas noktanın yani gözün kökeni sorusunu bilerek gözardı etmişti. "Sinirlerin ışığa nasıl hassas olduğu bizleri yaşamın nasıl meydana geldiği sorusundan daha çok endişelendirmektedir. "[4]

Bu soruyu gözardı etmek için mükemmel bir bahanesi vardı: Bu tamamen on dokuzuncu yüzyıl bilimini aşmaktaydı. Gözün nasıl çalıştığı –yani, ışık fotonları retinaya ilk düştüğünde neler olduğu– o dönemde açıklanamazdı. İşin doğrusu, yaşamın temelinde yatan mekanizmalarla ilgili hiçbir soru yanıtlanamazdı. Hayvan kasları hareketi nasıl sağlıyordu? Fotosentez nasıl gerçekleşiyordu? Vücut enfeksiyonlara karşı nasıl savaşıyordu? Bunları kimse bilmiyordu.

BİYOKİMYANIN GÖRÜŞ GÜCÜ

Darvvin'e göre, görme olayı bir kara kutuydu. Ama şimdi biyokimyacıların ortak ve yoğun çalışmalarından sonra, görme ile ilgili soruların cevaplarına yaklaşmaktayız.[5] Aşağıdaki beş paragraf gözün çalışmasının biyokimyasal bir özeti niteliğindedir. (Not: Bu teknik paragraflar başlangıçta ve bitişte O işareti ile belirtilmişlerdir.) İlginç isimler nedeniyle okuma azminizi kaybetmemelisiniz. Bunlar sadece isimlerdir, arabalarla ilgili bir kitabı ilk defa olarak okuyan kişinin *karbüratör* veya *diferansiyel* sözcükleri ile ilk kez karşılaşmasından pek farklı değildir. Detaylara inmeyi isteyen okuyucular biyokimya kitaplarında daha fazla bilgi bulabilirler, diğerleri ise yüzeysel olarak bunları geçebilirler ve/veya bir anafikir edinmek için şekil 1–2 veya 1–3' den faydalanabilirler.

☐ Işık ilk olarak retinaya çarptığında, foton 11–cis–retinal adı verilen bir molekül ile etkileşir. Bu molekül birkaç pikosaniye* içinde *trans*–retina denilen bölgeyi düzenleyebilir.

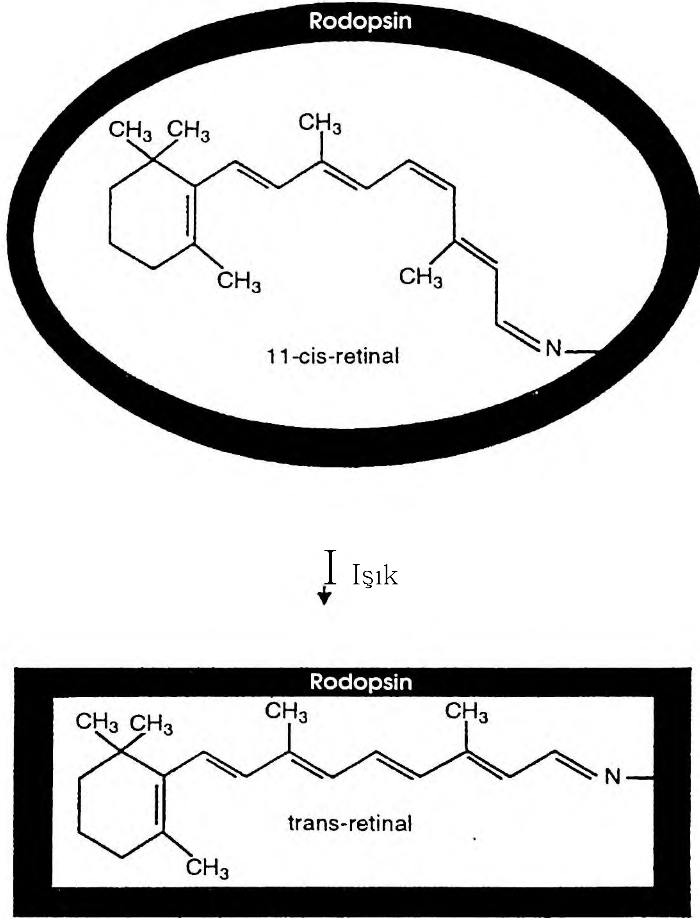
Retina molekülünün şeklindeki değişiklik, retinanın sıkıca bağlandığı rodopsin denilen proteinin şeklinde değişikliğe neden olur. Proteinin metamorfozu davranışlarını da değiştirmektedir. Bundan sonra artık metarodopsin II adını alır ve transdusin* denilen başka bir proteine yapışır. Metarodopsin H'ye çarpmadan önce transdusin, GDP denilen küçük bir moleküle sıkıca bağlanır. Ancak transdusin, metarodopsin' Ilyle temasa geçtiğinde, GDP düşer ve GTP adı verilen başka bir molekül transdusine bağlanır. (GTP ve GDP birbirleriyle ilişkili, ama çok farklıdırlar.)*

GTP–transdusin–metarodopsin II artık fosfodiesteraz adı verilen başka bir proteine bağlanır. Bu protein, hücrenin en iç kısmındaki zarına yerleşmiştir. Fosfodiesteraz proteini metarodapsin II ve diğerlerine bağlandığında, bir molekülü kesebilecek kimyasal bir ye–

**1 pikosaniye, ışığın bir tek insan saçı genişliği kadar mesafede yaptığı yolculuk ile eş bir zamandır.*

ŞEKİL I- 2

GÖRMEDEKİ İLK AŞAMA. IŞIĞIN FOTONLAR! KÜÇÜK BİR ORGANİK MOLEKÜL OLAN RETİNANIN ŞEKLİNDE DEĞİŞİKLİĞE NEDEN OLUR. BU DURUM BAĞLI OLDUĞU VE DAHA BÜYÜK BİR PROTEİN OLAN RODOPSİNİN ŞEKLİNDE DEĞİŞİKLİK MEYDANA GETİRİR. PROTEİNİN ÇİZİMLERİNİN ÖLÇÜLERİ, ORİJİNALLERİ İLE EŞDEĞER DEĞİLDİR.

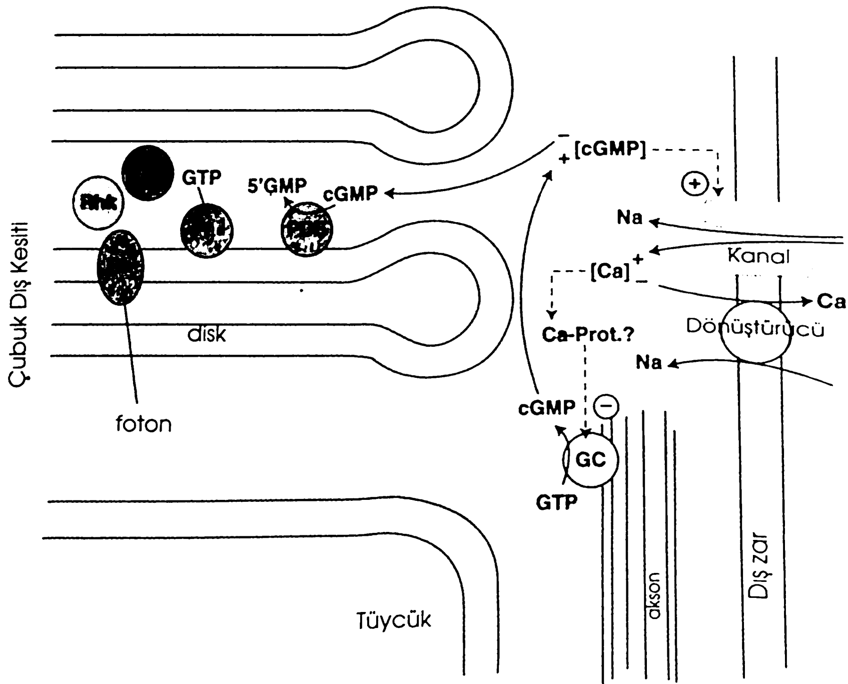


tenek elde eder ve cGMP denilen (GDP ve GTP'nin kimyasal akrabası) bir molekülü keser. Hücrenin içinde pek çok cGMP molekülü bulunmaktadır. Fakat fosfodiesteraz bunun derişimini düşürür. Bu aynı çekilen tıpanın, küvetin içindeki su seviyesini düşürmesine benzer.

cGMP'yi bağlayan bir başka zar proteini de iyon kanalıdır. Hücredeki sodyum iyonlarını düzenlemek için bir giriş kapısı görevini görür. Normal olarak iyon kanalı, sodyum iyonlarının ayrı

ŞEKİL I- 3

GÖRMENİN BİYOKİMYASI: RH, RODOPSİN; RHK, RODOPSİN KİNAZ; A. ARESTİN; GC. GUANİLAT SİKLAZ; T, TRANDUSİN; PDE FOSFODİESTERAZ.



bir protein onları aktif olarak tekrar dışarı atarken, onların hücrede dolaşmalarını sağlar. İyon kanalının bu iki yönlü hareketindeki, pompalama etkisiyle hücredeki sodyum iyonları belirli bir seviyede kalır. Fosfodiesteraz proteinin faaliyetleriyle cGMP'nin miktarı azaldığında, iyon kanalları kapanır ve bu durum pozitif yüklü sodyum iyonlarının hücresel yoğunluğunun düşmesine neden olur. Sonuçta hücre zarındaki elektrik yükleri dengesizleşir ve en son aşamada bir elektrik akımının optik sinirlerden beyne doğru iletilmesine neden olur. İşte bu son noktada beyin, iletilen elektrik akımını yorumlayarak görme olayı gerçekleştirir.

Eğer yukanda belirtilen reaksiyonlar hücrenin içinde gerçekleşen tek reaksiyonlar olsaydı, 11-cis-retinal', cGMP ve sodyum iyonlarının kaynağı hemen tükenebilirdi. Harekete geçmiş olan proteinleri durduracak ve hücreyi eski şekline dönüştürecek bir şey gerekmektedir. Bunu birçok mekanizma yapar. Öncelikle ka-

ranlıkta iyon kanalı (sodyum iyonları ile birlikte) kalsiyum iyonlarının hücreye girmesini sağlar. Kalsiyum, sürekli bir kalsiyum yoğunluğunun elde edilebilmesi için farklı bir protein tarafından dışa atılır. cGMP seviyesi düştüğünde, iyon kanalı kapanır ve kalsiyum iyon yoğunluğu da azalır. cGMP'yi ortadan kaldıran fosfodiesteraz enzimi daha düşük kalsiyum yoğunluğunda yavaşlar. İkinci olarak, guanilat siklaz adı verilen bir diğer protein, kalsiyum seviyesi düşmeye başladığında cGMP'yi tekrar sentezlemeye başlar. Üçüncüsü, bütün bunlar olurken metarodopsin II, rodopsin kinaz adı verilen bir enzim tarafından yenilenir. Yenilenmiş rodopsin daha sonra arrestin denilen başka bir proteine bağlanır. Bu da rodopsinin daha fazla transdusin molekülünü harekete geçirmesini engeller. Böylece hücre, tek bir foton sinyali ile başlatılan etkileri sınırlandıracak mekanizmaları da içermektedir.

Retinayı geçen ışık sonunda rodopsine düşer ve bundan sonra 11-cis-retinale yeniden dönüştürülmelidir ve tekrar başka bir görme işlemi için başlangıç noktasına geri dönmek amacıyla rodopsin tarafından bağlanır. Bunu başarmak için, *trans*-retinal kimyasal olarak bir enzim tarafından *tra*ns-retinola dönüştürülür - bu yapıda iki hidrojen atomu daha vardır. İkinci bir enzim daha sonra molekülü 11-cis-retinale çevirir. Son olarak da, üçüncü bir enzim 11-cis-retinale daha önceden eklenmiş olan hidrojen atomlarını kaldırır ve tam bir döngü tamamlanmıştır .□

Yukarıdaki açıklama görmenin biyokimyasının genel bir görünümüdür. Sonuçta, bu örnek biyoloji biliminin neyi amaçlaması gerektiğinin bir çeşit açıklamasıdır. Fonksiyonları tam anlamıyla anlayabilmek için, bir kişi bu işlemdeki her aşamanın detaylarını çok iyi anlamalıdır. Biyolojik süreçlerde ilgili aşamalar özellikle moleküler düzeyde meydana gelir, bu nedenle biyolojik fenomenlerin tatmin edici biçimde açıklanabilmesi -görme, beslenme ve bağışıklık gibi- moleküler açıklamasını da içermelidir.

Bu aşamada görmenin kara kutusu açıldığına göre, Darwin'in on dokuzuncu yüzyılda evrimin açıklayamadığını söylediği görme olayı ve gözün anatomik yapısı, gerçekten de evrimci bir mantıkla açıklanamaz. Darvvin'in düşündüğü ve öne sürdüğü her anatomik yapı ve aşama o kadar basittir ki, kağıda bile aktarılamayan karmaşık biyokimyasal işlemleri kesinlikle açıklayamamaktadır. Darwin'in küçük sıçramalarla açıkladığı şeyler, ne yazık ki ancak helikopterle aşılacak derecede büyümüştür.

Biyokimya böylece Darwin Anatomisine karşı bir Liliput üstünlüğü sağlamış ve evrimin moleküler düzeyde meydana gelip gelemeyeceği sorusunu gereksiz kılmıştır,[6] tabii fosil kayıtlarını da. Fosil kayıtları arasında büyük farklılıklar olup olmadığı ve bu fosil kayıtlarının Amerikan başkanları kadar sürekli olup olmadığı gibi endişeler de böylece ortadan kalkmıştır. Bu farklılıkların olduğu bir gerçektir, fakat bir açıklaması olmayacağı daha önemli bir gerçektir. Fosil kayıtları 11-cis-retinalin rodopsin ile transdusin ve fosfodiesteraz ile etkileşiminin aşamalı bir süreçte geliştiği hakkında hiçbir şey bildirmemektedir. Aynı şekilde ne biyolojik örnekler, ne popülasyon biyolojisi, ne de gelişmemiş organ ya da türlerin fazlalığı konusundaki evrim teorisinin geleneksel yorumları bu konuya bir açıklama getirebilmişlerdir. Bunun anlamı rastgele mutasyonların bir sır olduğu veya Darwin'in hiçbir şey açıklayamadığı ya da popülasyon gibi geniş ölçüdeki fenomenlerin evrime karşı problem teşkil ettiği anlamındadır. Son dönemlere kadar evrimci biyologlar, moleküler detayları fazla araştırmıyorlardı. Çünkü bu detaylar hakkında çok az şey biliyorlardı. Artık hücrenin kara kutusu açıldığı için bu son derece küçük ve sonsuz dünyanın gerçek anlamda aydınlığa kavuşturulması gerekmektedir.

CALVİNİZM

İnsan beyninin komik bir özelliği, bir "kara kutuyu çalışır durumda gördüğünde, kutunun içeriğinin basit olduğunu düşünmesidir. Bunun neşeli bir örneğini "Calvin ve Hobbes" karikatürlerinde görebiliriz. (Şekil 1 - 4) Calvin, kaplanı Hobbes ile birlikte sürekli bir kutunun içine atlamakta ve zamanda yolculuk yapmaktadır. Bu sırada kendisini hayvan şekillerine dönüştürür veya kutusunu bir "klonlama" makinesi olarak kullanarak, kendi benzerini yapar. Calvin gibi küçük bir çocuk kutunun uçak gibi uçabileceğini hayal eder. Çünkü Calvin aslında uçakların nasıl çalıştığını bilemez. Birçok açıdan, yetişmiş bilimadamları da, bu küçük çocuk Calvin gibi hayali düşüncelere eğilimlidirler. Örneğin, yüzyıllar önce böceklerin ve diğer küçük hayvanların yiyecek artıklarından meydana geldiği düşünülürdü. Buna inanmak kolaydı, çünkü bu hayvanların oldukça basit oldukları kabul edilirdi. (Mikroskopların icadından önce doğabilimciler böceklerin iç organlarının olmadığını düşünüyorlardı.) Ancak biyoloji geliştikçe ve konu ile ilgili deneyler yapıldıkça, bozulmuş gıdaların çeşitli organizmalar meydana getiremeyeceği ortaya çıkmış oldu. Anında varoluş teorisi de bilimin gerçekte neler olduğunu çözemedi-

ŞEKİL 1-4

Calvin ve Hobbes Bili VVatterson

CALVIN ve HOBBES kara kutularının içinde uçarlar.



ği sınırlara dayanmış oldu. On dokuzuncu yüzyılda asıl sırrı çözüleme- yen yapı hücre idi. Bira, süt veya üre bir muhafaza içinde birkaç gü durduğunda, kutu kapalı olsa bile, bazı maddelerden ötürü buharlaşm meydana gelmekteydi.

On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıldaki mikroskoplar ile bu gib sıvıların içinde oldukça küçük, yaşayan hücrelerin oluştuğu gözlendi Buna göre, bazı küçük organizmalar sıvıların içinde kendi kendilerin oluşabiliyorlardı. İnsanları ikna etmenin sırrı ise, bu hücreleri olabildiğince basit bir biçimde tanıtmaktı. On dokuzuncu yüzyılın ortalarında anında varoluş teorisinin taraftarlarından Ernst Haeckel, Darwin'in büyü bir hayranı ve Daru/in teorisinin ateşli savunucularından biri olarak tanınmaktaydı. Mikroskopun sağladığı sınırlı hücre görüntüsünden yol çıkan Haeckel, hücrenin "çeşitli karbon[7] kombinasyonlarından oluşa basit küçük bir yumru" olduğuna inanıyordu. Bu nedenle Haeckel'e göre, böyle basit bir organizma, iç organları olmadığı için kolaylıkla bi metalden meydana gelebilirdi. Şimdi, bizler elbette bundan çok dah iyisini biliyoruz.

Burada güzel bir benzetme yapabiliriz: Darwin görme olayını nası açıklayamadıysa, aynı şekilde Haeckel de hayatın başlangıcını açıklayamamıştır. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış bu iki bilimadamı bu tıkanıklık karşısında Liliput biyolojisini çözmeye çalışmışlardır. Kendilerinden gizlenen bu kara kutunun çok ilkel yapılar barındırdığını düşünmüşlerdir. Şimdi, bunların yanlışlığını ortaya çıkarma zamanıdır.

Yirminci yüzyılın başlarında, biyolojinin farklı dallan arasında henüz

bağlantı sağlanmamıştı.[8] Sonuç olarak genetik, sistematik, paleontoloji, karşılaştırmalı anatomi, embriyoloji ve diğer bilim dalları evrimin niteliği hakkında kendilerince çeşitli görüşlere sahiptiler. Bu nedenle evrim teorisi farklı disiplinlerde farklı anlamlar kazanmaya başladı ve Darwinci evrim teorisinin genel ve özdeş anlamı birdenbire kayboldu. Yüzyılın ortasında her bilim dalının öncüleri kendi görüşlerini Darwin'in prensiplerine dayanan mantıklı bir evrim teorisinde birleştirmek için bir toplantı düzenlediler. Sonuçta ortaya çıkan, "evrim sentezi olarak adlandırıldı ve teoriye neo-Darwinizm adı verildi. Neo-Darwinizm modern evrim düşüncesinin temelidir.

Bilimin bir kolu ise toplantıya davetli değildi. Geçerli bir sebeple, çünkü bu bilim dalı henüz ortaya çıkmamıştı. Modern biyokimyanın başlangıcı, neo-Darwinizm'in ortaya çıkışından sonrasına rastgelir. Mikroskopik hayatın karmaşıklığının keşfedilmesinden sonra biyolojinin tekrar bir yorumunun yapılması gerekliliği gibi, neo-Darwinizm de biyokimyadaki gelişmelerin ışığında, tekrar değerlendirilmelidir. Evrim sentezinin parçası olan bilimsel disiplinlerin hiçbiri moleküler alanda değildir. Darwinci evrim teorisinin doğru kabul edilebilmesi için, hayatın moleküler yapısını da hesaba katması ve açıklaması gereklidir. Bu kitabın amacı da, Darwin'in bunu hesaba katmadığını göstermektir.

BÖLÜM 2

VİDALAR VE CIVATALAR

DOĞADAKİLER RAHATSIZ

Lynn Margulis, Massachussetts Üniversitesin'de seçkin bir biyoloji profesörüdür. Bitki ve hayvan hücrelerinin enerji kaynağı mitokondrinin bir zamanlar bağımsız bakteri hücreleri olduğu yolundaki geniş çapta kabul gören teorisi ile oldukça saygı görmektedir. Lynn Margulis aynı zamanda tarihin, Neo-Darwinizm'in "Anglo- Saxon biyolojisinin[7] dini anlayışı içinde, küçük ve geçersiz bir yirminci yüzyıl mezhebi'olarak kalacağını belirtmektedir. Halka hitap ettiği konuşmalarından birinde moleküler biyologlara bir soru yöneltir ve onlara mutasyonlarla oluşmuş yeni bir türü adlandırmalarını ve örnek vermelerini söyler. Fakat bu meydan okumasına karşılık bulamaz. Evrim teorisini destekleyenler, onun yorumuna göre "zoolojik, kapitalist, rekabetçi ve faydacı yorumlarıyla yanılmaktadırlar. Yavaş yavaş biriken mutasyonları savunan neo-Daru/inizm tamamıyla anlamsızdır."

Margulis kendi düşünceleri içinde yalnız değildi. Darwinizm, yaklaşık 130 yıl boyunca, oldukça köklü yöntemlerle savunulmasına rağmen, hem bilimsel çevrelerden, hem de diğer alanlardan yoğun bir muhalefet ile karşılaştı. 1940'larda genetik uzmanı Richard Goldschmidt, Darwin' in hayatın kökenleri ile ilgili açıklamalarına olan inancını yitirmişti. Bu nedenle, "umulan canavar (hopefulmonster)" teorisine yöneldi. Goldschmidt zaman zaman büyük ve koordine edilmiş değişikliklerin aniden meydana gelebileceğine inanıyordu. Buna göre bir sürüngen yumurtasını bıraktığında, bu yumurtadan kuş çıkabilirdi.

"Umulan canavar" teorisi, bir temele oturamadı, ama fosil kayıtlarının Daru/inci yaklaşımla yorumlanmasına karşı memnuniyetsizlik daha sonraki yıllarda artarak devam etti. Paleontolojist Niles Eldredge bu problemi şöyle tanımlamaktadır:[2]

Paleontolojistlerin uzun zaman evrimden kaçınmaları şaşırtıcı değildir. Evrim hiçbir zaman gerçekleşmedi. Bu konuya emek verenler, kaya üzerindeki parçaları, küçük salınımları, ve çok nadir oluşan değişim birikimlerini yıllar boyunca, evrim tarihinde gerçekleşen hesabı yapılamayacak kadar küçük orandaki şaşırtıcı değişiklikleri topladılar. Bizler, evrim romanının tanıtımını okuduğumuzda, bir patlama şeklinde ortaya çıktığını ve fosillerin her yerde bulunacağına dair hiçbir delil getirmediğini gördük! İşte bu nedenle, fosil kayıtları evrim hakkında bir şeyler öğrenmeye çalışan paleontolojistlerin tepkisini almıştır."[2]

Bu ikilemin üstesinden gelebilmek için 1970'lerin başlarında Eldredg ve Stephen Jay Gould, “kesintiye uğramış denye (punctuated equilibrium)” adını verdikleri bir teori ortaya attı.[3] Bu teori iki şeyin gerçekliğin kabul ediyordu: uzun periyodlar içinde türler küçük gözlemlenebilir değ şikliklere uğramışlardır, bu hızlı değişimler ani olmuş ve küçük, izole ed miş topluluklar içinde odaklanmıştır. Eğer bu gerçekleşseydi, o zaman eksik olan fosillerin varlığına bir delil teşkil ederek, fosillerin ara forml nı bulabilmek oldukça zor olacaktı. Goldschmidt gibi, Eldredge ve Goul da ortak bir atayı savunmaktaydılar ancak hızlı, büyük çaplı değişimleri açıklanması için doğal seleksiyon dışında bir açıklamanın varolması gerektiğine inanıyorlardı.

Gould ayrıca başka bir fenomenin tartışmasıyla da yüz yüze kalmıştır: "Cambrian patlaması". Dikkatlice yapılmış araştırmalar, yaklaşık 600 milyon yıldan daha uzun süre kayalarda saklı bulunan çok hücreli canlıların fosilleri hakkında yüzeysel bilgiler vermektedir. Bunlardan biraz daha genç kayalarda, birbirlerinden farklı vücutlu fosilleşmiş hayvanlara bolca rastlamak mümkündür. Son zamanlarda bu zaman, patlamanın olduğu düşünülen zaman, 50 milyon yıldan 10 milyon yıla kadar indirildi ki, bu süre coğrafi anlamda bir göz açıp kapama anı kadardır. Patlamayı daha önceki bir zamana dayandıran yazarlar "biyolojik Big Bang" kavramını ortaya atmıştır. Gould, yeni yaşam formlarının çeşitliliği nedeniyle, doğal seleksiyon dışında yeni bir açıklamaya gerek duymaktaydı.[4]

Darwin'in yaşadığı dönemden günümüze kadar geldik. Darvvin teorisini ilk olarak ortaya attığında, en büyük zorluk dünyanın tahmini yaşının hesaplanmasmdaydı. On dokuzuncu yüzyıl fizikçileri dünyanın yaşının 100 milyon yıl olduğunu öne sürdüler. Ancak Darvvin, doğal seleksi yonun yaşamı ortaya çıkarmak için daha fazla zamana ihtiyacı olduğu-

nu düşünüyordu. İlk başlarda haklı görüldü, dünyanın yaşının çok daha fazla olduğu söylenmeye başlandı. Ancak biyolojik Big Bang'in keşfi ile, basitten komplekse doğru giden yaşam anlayışı giderek daraldı ve neredeyse dünyanın yaşı ile ilgili on dokuzuncu yüzyılda yapılan tahminlerinden daha aza indirildi.

Kemikleri inceleyenler yalnızca paleontologlar değildir. Birtakım evrimci biyologlar, Darvvinizm'in kendi gözlemlerine nasıl uygun hale getirebileceklerini görebilmek için bütün organizmaları incelerler. İngiliz biyologlar Mae-Wan ve Peter Saunders bu konudaki şikayetlerini şu sözlerle dile getirirler:

> "Neo-Darwinist sentezin formüle edilmesi neredeyse 50 yılı buluyor. Araştırmaların birçoğu, teorinin ortaya sürdüğü tezleri açıklayabilmek için yapılmıştır. Teorinin başarısı, güve benzeri canlıların renklerinin bulundukları bölgeye adapte ederek değişmesi gibi detaylardaki uyuşmalar ile sınırlı kalmıştır. Bizi asıl ilgilendiren sorulara cevap veremezken, zaten bu tür böceklerin asıl kökenine dair verebilecek bir cevabı da yoktur."[5]

Georgia Üniversitesi'nden genetik bilimci John McDonald kelime oyununa benzer bir bilmeceye dikkat çekmektedir.

> "Genetik alanda son 20 yılda yapılan araştırmalar, bizi Darvvin teorisi ile ilgili bir paradoksa sürükledi. *Doğal popülasyonlarda değişken olarak görünen genler,* büyü/c *adaptasyonlara bağlı değişikliklere sebep olmamakta, buna rağmen önemli adaptasyon değişikliklerine sebep olan genler, doğal popülasyonda değişken olarak görünmemektedirler.*"[6]

AvustralyalI evrimci genetik bilimcisi George Miklos, Darwinizm'in doğruluğu konusunda şüpheye düşmüştür:

> "O halde her tarafımızı kuşatmış bu evrim teorisi neyi tahmin ediyor? Rastgele mutasyon, seleksiyon katsayısı gibi bir avuç dolusu varsayım öne sürerek, zaman içinde gen frekanslarındaki değişiklikleri inceliyor. Bu büyük evrim teorisinin içeriği gerçekten bu rnu?'[7]

Chicago Üniversitesi Evrim ve Ekoloji Bölümünden Jerry Coyne, şüpheye yer vermeyen aşağıdaki sonuca varmaktadır:

> "Neo-Darwinist görüş için çok az delil olduğunu söylemeliyiz: bu görüşün teorik temelleri ve deneysel delilleri oldukça zayıftır."[5]

Ve California Üniversitesinden bir genetikçi olan John Endler, yararlı mutasyonların nasıl meydana geldiğini açıklamaya çalışmaktadır:

> "Mutasyonlarla ilgili çok fazla şey biliyor olsak da, evrim gibi o

da hala bir "kara kutu" görünümündedir. Evrimde yeni biyolojik fonksiyonların oluşmasına pek rastlanmaz ve bunların kökeni de zaten bilinmemektedir."[9]

Matematikçiler senelerce, Darwinizm'de sayılarının bir türlü toplanamadığından yakınıyorlardı. Enformasyon Teorisyeni Hubert Yockey'e göre, hayatın başlaması için gerekli bilgi şans eseri oluşamaz; hayat olduğu gibi kabul edilmelidir, eşya gibi, enerji gibi.[10] 1966 yılında önde gelen matematikçiler ve evrimci biyologlar Philedelphia'daki VVistar Enstitüsü'nde bir sempozyum düzenlediler. Sempozyumun organizatörü Martin Kaplan, "dört matematikçi arasında.........Darvvin'in evrim teorisi ile ilgili matematiksel kaygıları ele alan ilginç bir toplantıyı yönetti."!ı Sempozyum sırasında bir taraf mutsuz olan taraftı, diğer taraf ise durumu anlayamamıştı. Göz gibi kompleks bir organın oluşmasında pek çok sayıda mutasyonun meydana gelmesi için yetersiz zaman olduğunu iddia eden bir matematikçiye karşıt biyologlar fikrinin doğru olmadığı yönünde baskı yapıyorlardı. Fakat yine de matematikçiler hatanın kendilerinde olduğunu kabul etmediler. Bir tanesi şöyle demişti:

-"Neo-Darwinizm teorisinde oldukça büyük bir boşluk vardır. Bu boşluğun, biyolojinin şimdiki anlayışıyla kesinlikle kapatılamayacağına inanıyoruz."^

Santa Fe Enstitüsü'nden Stuart Kaufman "Karmaşıklık Teorisi'ni (Complexity Theory) ortaya atan başlıca kişilerden birisidir. Genel hatlarıyla bu teori, yaşayan sistemlerin pek çok özelliğinin kendi kendine gerçekleşen organizasyonların bir sonucu olarak ortaya çıktığını öne sürer. Burada karmaşık sistemler kendilerini şekillendirir ve doğal seleksiyon söz konusu değildir:

"Darvvin ve evrim bizleri birer bilimadamı olarak bir kenarda bıraktı. Peki ama acaba bu görüş gerçekten doğru mu? Daha doğrusu, acaba yeterli mi? Olmadığını düşünüyorum. Bu, Darwin'in hatalı olduğu anlamına gelmez, ama gerçeğin yalnızca bir kısmını almış olduğunu da açıkça ortaya koymaktadır."[13]

Karmaşıklık teorisi kendisine daha sonraları birkaç destekçi bulsa da daha çok eleştirilmiştir. John Maynard Smith'in yanında yüksek öğrenimini tamamlayan Kauffman, teorinin oldukça matematiksel olduğunu ve gerçek hayattaki kimya^ ile bağlantısız olduğunu belirterek, şikayet etmektedir. Bu şikayetler faydalı olsa da Smith, Kauffman'ın tanımladığı bu probleme hiçbir çözüm getirememektedir - kompleks sistemlerin kökeni açıklanamamıştır.

Hepimiz biliriz; Darwin'in teorisi ortaya atıldığı tarihten itibaren sürekli eleştirilmiştir ve bu eleştiriler yalnızca dini nedenlerden kaynaklanmamaktadır. 1871 yılında Darwin muhaliflerinden biri, St. George Mivart, teoriye karşı olma nedenlerini bir liste halinde sundu, bunlardan bir çoğu şaşırtıcı şekilde modern eleştirmenlerin ortaya attığı sorunlarla oldukça benzerdi.

> Darwinizm karşıtı olarak ortaya atılan görüşler aşağıdaki şekilde özetlenebilir: "Doğal Seleksiyon" faydalı yapıların gelişimini açıklayamaz. Aynı şekilde farklı türlerin birbirlerine oldukça benzer üyelerinin varlık nedenlerini de belirleyemez. Ayrıca, belirli farklılıkların, aşamalar yerine birdenbire oluşmuş olabileceklerine dair uygun bir zemin vardır. Türlerin, birbirinden farklı özellikleri olmasına rağmen kendi içlerinde sınırlı değişim imkanları olduğu da doğrudur. Var olması umulan pek çok ara geçiş formuna ait fosil ortada yoktur... Ayrıca yapılarda gözlenen ve doğal seleksiyon'un açıklayamadığı birçok fenomen mevcuttur.[15]

Aynı argüman, neredeyse bir yüzyıl boyunca bir çözüme ulaşmadan devam edip durmuştur. Mivart'dan Margulis'e kadar, her zaman Darvvinizm'in yetersiz olduğunu anlayan pek çok bilgili, saygıdeğer bilimadamları var olmuştur. Fakat ne var ki, ya Mivart tarafından ilk olarak ortaya atılan sorular cevapsız kalmaya mahkum olmuş, ya da çoğu insan aldıkları cevaplardan memnun kalmamışlardır.

Daha ileriye gitmeden önce, şu gerçeğin üzerinde durmak yerinde olacaktır. Eğer dünyadaki tüm bilimadamlarını bir araya toplarsak, oldukça büyük bir çoğunluk Darwinizm'in doğruluğuna inandıklarını söyleyeceklerdir. Ancak bilimadamları, herkes gibi fikirlerinin önemli bir bölümünü diğer insanlarının fikirlerine göre geliştirirler. Darwinizm'i kabul eden büyük çoğunluk (ancak hepsi değil), bir otoriteye bağlı olarak hareket etmektedir. Aynı zamanda ne yazık ki, yapılan yoğun eleştiriler yaratılışı savunanlara destek olabileceği endişesiyle bilim çevreleri tarafından gözardı edilmektedir. Bilimi korumak adına, doğal seleksiyonla ilgili mutlak eleştiriler bir kenara itilmiştir.

Artık tartışmayı, halkla ilişkiler problemini bir kenara bırakarak açıkça ortaya koymanın zamanı aeldi. Tartışmanın tam zamanı çünkü, artık biyolojinin en son noktasına çjfeldik ve bu aşamada çözüme ulaşmak çok kolay. Biyolojinin en alt evresinde, -yani hücrenin kimyasal yaşamında- Darwinizm tartışmasının mücadele etmesi gereken ve onun köklü olarak değişmesini gerektiren kompleks bir dünya keşfettik. Bakalım, biyo-

kimyasal görüş, bombardıman böceği ile ilgili olarak Yaratılışçı/Daru/i-nist tartışmasına ne diyor?

BÖCEK BOMBALARI

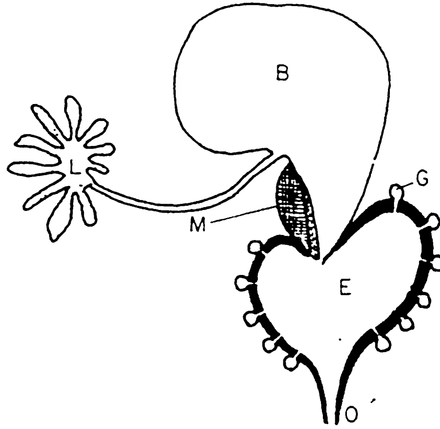
Bombardıman böceği, kendisinden beklenmedik bir görünüme sahip, yaklaşık 1.5 cm boyunda bir böcektir. Bir düşmanı tarafından tehdit edildiğinde, böcek kendisini korumak için özel bir yöntem kullanır: arkasında bir delikten, düşmanına doğru kaynar bir solüsyon fışkırtır. Bu sıvı, kendisine akşam yemeği için başka planlar yapmış olan düşmanını haşlar. Pekiyi, bu tuzak nasıl gerçekleşir?

Bombardıman böceği adeta kimyasal yöntemler kullanmaktadır. Savaş öncesinde, gizli salgı bölmelerinde iki kimyasal maddenin konsantre bir karışımını yapar: hidrojen peroksit ve hidro-kinon. (Şekil 2-1). Buradaki hidrojen peroksit eczaneden alacağınız hidrojen peroksit ile aynı maddedir. Hidrokinon ise fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır. Bu iki madde, toplama keseciği denilen saklama odasında birleşir. Bu toplama kesesi, patlama odacığı denilen ikinci bir bölmeye bağlanır. Bu iki bölüm bir büzgen kas ile birbirlerinden ayrılırlar. Bu kaslar insanın yutağında bulunan kapakçıklı kas sistemine oldukça benzemektedir. Patlama odacığına bağlı küçük nobüller ektodermal salgı bezleridir. Bu bezlerden patlama odacığına katalizör görevi yapan enzimler salgılanır. Böcek tehdit edildiğini anladığında, toplama kesesindeki kası kasarak aynı anda aradaki bağlantı kaslarını serbest bırakır. Bu sayede, hidrojen peroksit ve hidrokinon patlama odacığına girer ve katalizör enzimlerle karşılaşırlar.

Bu aşamada, kimyasal reaksiyon daha da ilginçleşir. Hidrojen peroksit, su ve oksijene ayrışır. Aynı eczaneden satın alınmış bir şişe hidrojen peroksitin, açık bırakıldığı takdirde zaman içinde ayrışması gibi. Oksijen, hidrokinon ile tepkimeye girerek daha fazla su oluşturur ve kinon denilen tahriş edici bir kimyasal da üretilir. Bu reaksiyonlar sırasında çok yüksek miktarda fazla ısı açığa çıkar. Solüsyon bu aşamada kaynama noktasına ulaşır.

Hatta sıvının, bir miktarı bu bölüm içinde buharlaşır. Buhar ve oksijen gazı patlama odasının duvarlarına oldukça büyük miktarda basınç yaparlar. An büzgen kasın kapanmasıyla böceğin vücudundan dışarı uzanan bir kanal, kaynayan karışımın çıkabileceği tek noktadır. Kanalın çevresindeki kaslar, karışımın tam olarak tehlikeyi odaklamasını sağlamaktadır. Sonuçta, düşmanını toksik kimyasal kinon solüsyonu ile haşlar.

ŞEKİL 2-1
BOMBARDIMAN BÖCEĞİNİN SAVUNMA SİSTEMİ: B-TOPLAYICI KESECİK; E-PATLAMA ODACIĞI, G- KATALİZÖR GÖREVİ GÖREN EKTODERMAL SALGI BEZLERİ; L-SALGI NOBÜLLERİ, M- BÜZGEN KAS, O- ÇIKIŞ YOLU. B, HİDROJEN PEROKSİT VE HİDROKİNON İÇERMEKTEDİR. E. BÖLÜMÜNE GELDİĞİNDE, KATALİZE EDİLEREK PATLATILIR.



Hidrojen peroksit ve hidrokinon karışımının toplama kesesindeyken neden patlayarak reaksiyona girmediğini merak ediyor olabilirsiniz. Bunun nedeni şudur; eğer moleküllerin atom seviyesinde bir araya gelmesi için kolay bir yol yoksa kimyasal reaksiyonlar oldukça yavaş gelişirler – aksi durumda, bu kitap bile hava ile temas ettiğinde yanabilirdi. Bir benzetme yapacak olursak, kilitli bir kapıyı düşünelim. Kapının iki karşıt tarafında bulunan insanları (düşünün ki bunlar genç kız ve erkekler) bir araya getirmek için hiçbir kolay yol yoktur, üstelik beraber olmaktan memnun olacak olsalar bile. Ancak eğer birisinde anahtar varsa, kapı açılacak ve bu iki taraf birbiri ile buluşmuş olacaktır. Enzim katalizörleri, bu anahtar ile aynı rolü oynamaktadır. Bu enzimler, reaksiyonun meydana gelmesi için hidrojen peroksit ve hidrokinonu atom seviyesinde bir araya getirir.

Bombardıman böceği yaratılışçıların en önemli delillerinden biridir. (Hazel May Rue tarafından yazılmış *Bombardıman Böceği Bomby* adındaki çocuklar için hazırlanan bir hikaye kitabı, Yaratılış Araştırmaları Enstitüsü tarafından yayınlanmıştır). Evrimcileri bombardıman böceğinin bu savunma sistemi ile köşeye sıkıştırmaktadırlar, onları bu sistemin nasıl aşama aşama gelişebileceğini açıklamaya çağırmaktadırlar. Oxford Üniversitesi'nde Zooloji Profesörü olan Richard Dawkins, bu durumu

önemle dikkate almaktadır. Daıvkins, Darvvinizm'in en büyük destekçilerinden biridir. Kitapları arasında özellikle *The Blind Watchmaker* din adamlarının dikkatini çekmiştir. Dawkins, Darwinizm'in doğru olduğunu düşündüğünden büyük bir istekle yazmaktadır. Bunun yanısıra ateizmin, Darwinizm'in dolaylı bir sonucu olduğunu düşünmekte ve bu sapkın görüşünü sürdürmektedir.

The Blind Watchmaker kitabında Dawkins bütün dikkatini bombardıman böceğine çevirmektedir. Bu çalışmasına, araştırmacı yazar Francis Hitching'in kitabı *"The Neck of the Giraffe"* (Zürafanın Boynu)'dan bir alıntı yaparak başladı. Burada bombardıman böceğinin bağışıklık sistemi anlatılmakta ve Darwinizm'e karşı güçlü bir argüman olarak tanıtılmaktaydı:

> (Bombardıman böceği) hidrokinon ve hidrojen peroksitin karışımını düşmanının yüzüne doğru fışkırtır. Bu iki kimyasal madde, birbirlerine karıştıklarında, kimyasal olarak patlarlar. Bu nedenle, bombardıman böceğinde bu maddeleri vücudunda saklarken zararsız hale getirebilecek bir önleyici daha bulunması gerekmektedir. Böcek sıvıyı arkasından fışkırttığı anda, anti-önleyici bir madde bu karışımı tekrar patlar hale getirmek için yeniden karışıma eklenir. Böylesine kompleks, kendi içinde bağlantılı ve hassas süreçlerin biyolojik açıklamalarını yapmak bile tam anlamıyla mümkün değilken, bunların basit adımlarla gerçekleşmiş olması olası mıdır? Kimyasal dengedeki en basit bir değişim böcek ırkının tamamıyla yok olması ile sonuçlanacaktır.^

Davvkins cevap verir:

> Biyokimyacı arkadaşım, 50 bombardıman böceğine yetebilecek kadar bir şişe hidrojen peroksit ve yeterli miktarda hidrokinon ile işe koyulmamı sağladı. Bunların ikisini karıştırmak üzereyim. Hitching'e göre, bunlar benim yüzüme doğru patlayacak. İşte karıştırıyorum ... Evet, hâlâ buradayım. Hidrojen peroksiti, hidrokinon maddesinin içine boşalttım ve hiçbir şey olmadı. Sıcaklık dahi hissetmedim.
>
> "Bu iki kimyasal madde birbirlerine karıştıklarında, kimyasal olarak patlar" ifadesi, yaratılış taraftan yayınlarda sık sık kullanılmasına rağmen bence yanlış. Eğer bombardıman böceklerini merak ediyorsanız, size gerçek yapılarını şu şekilde anlatabilirim. Bu böceklerin düşmanlarına aşırı derecede sıcak bir hidrojen peroksit ve hidrokinon karışımını fışkırttıkları doğrudur. Ancak hidrojen

peroksit ve hidrokinon herhangi bir katalizör *eklenmeden,* birlikte çılgınca reaksiyona girmezler. İşte bombardıman böceğinin yaptığı da budur. Sistemi eleştiren evrimcilere göre, hidrojen peroksit ve farklı çeşitlerdeki hidrokinon insan vücudunun kimyasında başka amaçlar için kullanılmaktadır. Bombardıman böceğinin ataları, halen varolan farklı biçimdeki kimyasal maddelerin kullanıcılarından evrimleşmişlerdir. İşte evrim bu şekilde işler.[18]

Dau/kinS kendi iddialarını ifade etmiş olmasına rağmen, hiçbir yönden kanıtlanabilir bir açıklama getirmiş değildir. Sistemin nasıl evrimleştiği sorusu için Dawkins'in açıklamaları, sistemin elemanlarının 'varolmasına' dayanmaktadır. Buna göre, evrimin oluşması olasıdır. Ancak Dawkins, büzgen kasla ayrılmış bir tüp ile içinde kimyasal maddelerin hızlı reaksiyona girmelerini sağlayan enzimlerin bulunduğu ikinci bir bölmeye bağlanan bir odacığın içinde hidrojen peroksit ve hidrokinon maddelerinin oldukça yüksek bir yoğunluk ile bir araya nasıl geldiklerini açıklamamaktadır. ₩

Anahtar soru şudur: kompleks biyokimyasal sistemler nasıl aşama aşama oluşmuş olabilir? Yukarıdaki "tartışmadaki" problem, iki tarafın da birbirini dinlememesidir. Bir taraf gerçekleri yalanlamakta, diğer taraf da yalnızca gerçekleri doğrulamaktadır. Ama Darwincilerin yükümlülükleri iki soruya cevap vermektir: Birincisi, bütün bu karmaşık harika içinde bombardıman böceğinin evrim aşamaları tam olarak nelerdir? İkincisi, bu aşamaların ortaya konması ile Darvvinizm bizi nasıl bir aşamadan diğerine götürebilmektedir?

Dawkins, bizlere bombardıman böceğinin savunma sisteminin nasıl meydana gelebileceği ile ilgili hiçbir detay vermemiştir. Ancak, bu tartışmada açığa kavuşmayan noktayı gözardı edip, yalnızca böcek anatomisi ile ilgili bildiklerimizi kullanarak, bombardıman böceğinin evrimleşmesi için uygun bir senaryoyu oluşturalım.

Öncelikte şunu dikkate almamız gereklidir; bombardıman böceğinin bu savunma sistemi kendisine saldırıya geçecek olanlara karşıdır. İşte evrim senaıîyosunun planı: Sistemin elemanları: (1.) salgılama lobüllerince üretilen hidrojen peroksit ve hidrokinon; (2.) ektodermal bezleri tarafından sentezlenen enzim katalizörler; (3.) toplama keseciği; (4.) büzgen kas, (5.) patlama odacığı ve; (6.) çıkış kanalı. Bu elemanların bütün hepsi sistemin işlemesi için gerekli değildir. Hidrokinon saldırganlara karşı zararlı bir maddedir. Oldukça fazla sayıda böcek, kinon madde-

sine sentezler ama salgılamaz, bu madde nedeniyle "tadları kötüdür". Aslında pek çok böcek çiğnenerek dışarı atıldığı için saldırgan bunların gelecekte zararlı olduğunu anlayarak uzak duracaktır. Ve böylece türün tamamı, toplu olarak bu savunmadan yararlanacaklardır.

Hidrokinon maddesinin tek başına bütün bir sisteme maledebileceğimiz bir savunma fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonun sürekli olarak gelişmesi için, bombardıman böceğinin varolan sistemine başka parçalar eklenebilir mi? Eklenebilir gibi görünüyor. Böceğin, toplama keseciği gibi ayrı bir yerde hidrokinon maddesinin yoğunlaştırtmasından bir fayda elde edebileceğini düşünebiliriz. Bu durum böceğin oldukça büyük miktarda zararlı kimyasal madde üretmesini sağlayacak ve bu şekilde kendi içinde bir sorun olmadan oldukça korkunç bir tadı olacaktır. Eğer toplama keseciği bir şekilde dışarıya doğru açılan bir kanal geliştirirse, hidrokinon belki de düşmanların saldırıları sırasında böceği yemeden önce onları uzaklaştırabilir. Pek çok böcek, pijidial uzantılar denilen savunma bölgelerine sahiptirler. Bu sistemin yapısı şöyledir: bir toplama keseciği ve dışarıya açılan bir kanal, genellikle bu bölge içindekileri dışa atabilmek için bir kas ile çevrelenmiştir. Bu yapı, doğru zamandan önce keseden bir sızıntı olmasın diye büzgen bir kasa da dönüşebilir.

Aslında hidrojen peroksit de tahriş edici bir maddedir, bu nedenle böcek tahriş edici özelliklerini arttırmak için hidrojen peroksit ve hidrokinon maddelerini düşük ısılarda salgılarsa daha güvenlikte olur. Neredeyse tüm hücreler, katalaz adında bir enzim taşırlar. Bunlar ısının açığa çıkması ile hidrojen peroksiti, su ve oksijene dönüştürür. Eğer toplama keseciğinin dış kısımdaki hücrelerden bir kısmı biraz katalaz salgılarsa, bu durumda dışarı fışkırtma anında hidrojen peroksitin bir kısmı ayrışarak solüsyonu ısıtır ve böylece karışımın tahriş edici özelliğini arttırır. Avustralya[19] ve Papua Yeni Gine'deki[20] bombardıman böcek türleri, ısısı ılıktan sıcağa doğru artan ama kaynama noktasına gelmeyen solüsyonlar fışkırtırlar. Eğer hücreler daha fazla katalaz salgıladığında solüsyon daha sıcak oluyorlarsa, en uygun noktanın belirlenmesi için karışımın sıcaklığının ve keseciğin dayanma gücünün dengelenmiş olması gerekir. Zaman içinde, çıkış kanalı daha dayanıklı hale getirilebilir ve böylece kaynama noktasına kadar ulaşabilecek ısılarda solüsyona geçit verecek hale gelecektir. Katalitik karışım içinde peroksitlerin oluşturduğu solüsyonlar, Şekil 2-1'dekine benzer bir düzeneğe benzerdir.

Şimdi artık evrimsel literatüre uygun bir senaryo elde ettik. Ancak, bütün bu açıklamalara rağmen acaba bombardıman böceğinin savunma

mekanizmasının gelişimi tam olarak açıklanabildi mi? Ne yazık kı hayır, buradaki açıklamalar Darvvin'in göz için yaptığı on dokuzuncu yüzyıldaki hikayesinden daha detaylı değildir. Sürekli değişen bir sisteme sahip olduğumuz zannedilse de, bunun işleyişini kontrol eden elemanlar bilinmemektedir. Örneğin, toplama keseciği karmaşık ve çok hücreli bir yapıdır. Bu yapının özellikleri nelerdir? Neden belirli bir şekli vardır? Böceğin "ayrı bir yerde hirdokinon yoğunluğu oluşturmasının faydalı olduğunu" söylemek, "toplumun gücü, merkezi bir hükümette yoğunlaştırmasının faydalı olduğunu" söylemek ile aynı şeydir: Her iki durumda da yoğunluk işlemi ve toplama keseciği açıklanmamaktadır, halbuki her ikisinin de faydaları tamamen detaylarda gizlidir. Toplama keseciği, büzgen kas, patlama odacığı ve çıkış bölgesinin hepsi, pek çok tanımlanamayan eleman ile birlikte oldukça kompleks yapılardır. Dahası, fışkırtma kabiliyetinin gelişiminden sorumlu asıl işlemler bilinmemektedir: Toplama keseciğinin gelişimine, hidrojen peroksit çıkışına, veya büzgen kasın işlevine neler sebep olmaktadır?

Bu noktada varabileceğimiz tek sonuç, Darwinci evriminin gerçekleşmiş olamayacağıdır. Eğer böceğin yapısal detaylarını en son proteininden enzimine kadar analiz eder ve bu konuda Danvin'in açıklamalarının tamamının doğru olduğuna inanırsak, o zaman Dawkin'in fikirlerine katılabiliriz. Ancak şu an için bu tahmini evrimin aşama aşama gelişiminin, tek bir mutasyon 'sıçraması' mı yoksa, helikopterin uzak vadilerin üzerinden geçmesi mi olduğunu söyleyemeyiz.

GÖRMEK İNANMAKTIR

Şimdi insan gözüne geri dönelim. Dawkins ve Hitching, bu kompleks organ üzerinde fikir ayrılığına düştüler. *The Neck of the Giraffe* (Zürafanın Boynu) adlı kitabında Hitching konuyu şu şekilde açıklamaktaydı:

> ... en küçük detaylardan birisi bile ters giderse – eğer kornea bulanık olursa, göz bebeği büyümezse, mercek ışık geçiremezse veya odaklama hatalı olursa – o zaman görünecek obje şekillendirilemez. Göz, ya bir bütün olarak işlev görür, ya da işlemez. O halde bu organ yavaş, düzenli, inanılmaz derecede küçük Darwin adımlarıyla nasıl oluşabildi? Binlerce şans eseri meydana gelmiş mutasyon, tesadüfler sonucu nasıl oldu da birbirinden bağımsız fonksiyonlarını asla yürütemeyen mercek ve retinanın aynı anda evrimleşmesini sağladı? Göremeyen bir gözün doğal

ayıklamadan kurtulmuş olması mümkün müdür?[22]

Davvkins, Hitching'in tekrar böyle bir açıklama yapmasından memnun, fırsatı kaçırmaz:

"En küçük detaylardan birisi bile ters gidip odaklama hatalı olursa o zaman görünecek obje şekillendirilemez" ifadesini inceleyelim. Tahmin ediyorum ki içinizden bu yazıyı okuyanların yarısı gözlüklüdür. Onları çıkarın ve çevrenize bir bakın. "Görünecek obje şekillendirilemez" fikrine katılıyor musunuz? Hitching aynı zamanda, oldukça açık olmasına rağmen mercek ile retinanın bir diğeri olmadan işlev göremediğini belirtmektedir. Hangi kıstasa göre? Bir yakınım her iki gözünden birden katarakt ameliyatı oldu. Şimdi gözlerinin ikisinde de mercek yok. Gözlükleri olmadan, tenis dahi oynayamıyor ve hatta tüfekle nişan bile alamıyordu. Ama kendisi hiç gözü olmamaktansa, göz merceği olmamasının daha iyi olduğunu söylüyor. En azından bir duvara doğru mu, yoksa insana doğru mu yürüdüğünüzü biliyorsunuz. Eğer vahşi bir hayvan olsaydınız, düşmanınızın geldiğini görmek için merceksiz gözleriniz yeterli olurdu.[22]

Gözün karmaşıklığı konusunda, Hitching'e atıflarda bulunduktan sonra -aynı şekilde bu atıflar Richard Goldschmidt ve Stephen Jay Gould'a yöneliktir- Davvkins bu defa da, gözün evriminin inandırıcılığını göstermek için Charles Darvvin'in açıklamalarına değinir:

Bazı tek hücreli canlılarda, küçük bir pigment ile birlikte ışığa hassas noktalar bulunur. Işığın bir yönden gelmesi engellenir ve böylece ışığın kaynağı hakkında genel bir fikir edinir. Çok hücreli canlıların arasında pigmentli ışığa hassas hücreler küçük bir bölmededirler. Bu onlara daha iyi yön bulma kabiliyeti verir. Eğer siz bu tip bir bölme yapar ve iki tarafını çevirirseniz, merceksiz bir kamera yapmış olursunuz... Böyle derinde duran bir göze sahip olduğunuzda, onun üzerinde yer alan belli belirsiz dış bükey veya saydam, hatta yarısaydam bir materyal, merceğe benzer bir özelliğinden dolayı bir gelişme sayılacaktır. Burada bir çeşit mercek benzeri yapı bulunduğunda, bir dizi gelişme bunu takip edecek ve kalınlaşarak daha da saydam hale gelecektir. Daha sonra mercek bildiğimiz anlamdaki merceğe ulaşana dek gelişecektir."[22]

Darwin ve Dau/kins bizleri, gözün evriminin aşamalı olarak küçük gelişmelerle sonuçlandığına inandırmaya çalışmaktadır. Ama acaba bunlar gerçekten görünmeyecek kadar küçük gelişmelerle olabilir mi? Daw-

kins'in. 11-cis-retinal ve rodopsini de içine alan ve gitgide gelişen bu şelalenin bir başlangıç noktası olarak ortaya koyduğu ışığa hassas noktacını hatırlayalım. Dau/kins bu bahsedilen karmaşık yapılardan hiç söz etmemektedir. Bunların yanısıra, derindeki bu küçük göz çukuru nereden gelmektedir? Bu çukurun* yapılmış olduğu hücreler topluluğu eğer moleküler desteklerle yapıyı koruyacak şekilde tutulmazsa, bu durumda hücreler çukuru dolduracaktır. Aslında, hücrenin şeklini belirleyen maddeler arasında düzinelerce kompleks protein molekülü bulunmaktadır. Bir düzine farklı protein de hücrenin dış yapısını oluşturur ve bunların yokluğunda ise hücreler sabun köpüğü gibi yapılar oluşturur. Peki ya bu yapılar tek aşamalı mutasyonların sonucu mudur? Dau/kins bizlere, bu basit "göz çukurunun" nasıl meydana geldiği hakkında hiçbir bilgi vermemektedir. Herhangi bir "yarı saydam materyalin" bir gelişme olduğunu belirtmesine rağmen (burada Haekcel'in hücrelerin basit yumrular olduğu için kolaylıkla üretilebileceğini söylediğini hatırlatmakta fayda var), böyle "basit bir merceğin" üretilmesinin zorluğu hakkında bize bir bilgi vermemektedir. Kısacası, Dau/kins'in açıklamaları sadece genel anatomiye dayalı bağlantılarla sınırlı kalmaktadır.

Hitching ve Dau/kins, yanlış konulara yönelmişlerdir. Göz veya neredeyse tüm biyolojik yapılar, pek çok farklı sistemi içermektedirler. Sadece retinanın işlevi, ışığın algılanmasıdır. Merceğin işlevi, ışığı toplamak ve odaklamaktır. Eğer mercek retina ile birlikte kullanılırsa retinanın işlevi gelişir, fakat retina ve mercek bağımsız olarak da çalışırlar. Benzer şekilde merceği odaklayan ve gözün dönmesini sağlayan kaslar da farklı sistemlerde kullanılmaktadır. Retina tarafından ışığın algılanması, bu kaslara bağlı değildir. Gözyaşı kanalları ve göz kapakları da aynı şekilde kompleks sistemlerdir, ancak retinanın fonksiyonundan ayrıdırlar.

Hitching'in argümanı zayıftır, çünkü farklı sistemlerin oluşturduğu bir sistemi, basit bir sistem olarak adlandırır. Ve buna karşın Dau/kins ise elemanların birbirlerinden farklı olduğunu dile getirmiştir. Ancak Dawkins, kompleks sistemleri diğer kompleks sistemlere bağlamakla kalmış ve bunu bir açıklama olarak yeterli görmüştür. Bu durum, "Stereo sistem nasıl meydana gelmiştir" sorusuna "Amplifikatöre hoparlörleri takarak, CD çaları, radyoyu ve teybi de ekleyerek" cevabını vermek gibidir. Daru/in teorisi, hoparlörlerin ve amplifikatörün kurulma sistemini ya açıklamalı veya bunu denememelidir bile.

Darwin, doğal seleksiyon yoluyla aşamalı meydana gelen evrim teorisinin kendisini zorlayacağını bilmekteydi:

> Eğer kompleks organlardan herhangi birinin teorimde ifade ettiğim birbirini takip eden, küçük değişimlerle meydana gelmediği gösterilebilirse, teorim kesinlikle çürütülecektir.[24]

Geçen yüzyılda Darwinizm ile ilgili pek çok bilimsel şüphe, teoriyi çürütecek gerçekler üzerinde odaklaştı. Mivart'ın yeni yapıların kökenleri hakkındaki endişeleri ile Margulis'in aşamalı evrim düşüncesine karşı oluşuna kadar, Darwin hakkında getirilen tüm eleştiriler yukarıda söz edilen evrimin başarısızlık koşulunu doğruluyordu. Peki bundan nasıl emin olabiliriz? Ne tip bir biyolojik sistem, "sayısız, birbirini takip eden küçük değişimlerle" meydana gelmemiştir?

Yeni başlayanlar için, *eksiltilemez karmaşıklıktaki* sistemler bu şekilde meydana gelemezler. Eksiltilemez karmaşıklık ile, birbirine uyumlu ve bağlantılı ilişkileri olan ve her biri asıl belirli fonksiyona hizmet veren parçalardan oluşmuş bir sistem anlaşılır. Bunlardan herhangi bir parçanın devreden çıkarılması, sistemin işlevini tamamen yitirmesine neden olacaktır. Eksiltilemez karmaşıklıktaki bir sistem, daha ilkel bir sistemin küçük, başarılı değişimleri ile doğrudan meydana gelemez. Çünkü değişime önayak olan bu başlangıç sisteminin eksik parçaları nedeniyle, fonksiyonunu devam ettirmesi mümkün değildir. Eksiltilemez karmaşıklıktaki kompleks bir biyolojik sistem, Darwinci evrime karşı güçlü bir meydan okumadır. Doğal seleksiyon, daha önceden çalışır halde olan sistemleri seçeceği için, eğer bir biyolojik sistem aşama aşama gelişemiyor ve fonksiyonunu gerçekleştiremiyorsa, bu durumda bütün bir ünite olarak oluşmuş olması gerekir. Bu durumda doğal seleksiyonun bir anlamı da olmayacaktır.

Ancak bir sistem eksiltilemez karmaşıklıkta olsa bile, (ve doğrudan meydana gelemiyor ise) bu sistemin nasıl gerçekleşmiş olabileceği hakkında pek fazla bilgimiz olmayabilir. Bir sistemin birbiriyle ilişkili parçalarının karmaşıklığı arttıkça, aşamalı ve dolaylı bir yoldan oluşmuş olma ihtimali kalmaz. Ve açıklanamayan, eksiltilemez karmaşıklıktaki kompleks sistemlerin sayısı arttıkça, Darwin'in teorisini çürütecek delillerin toplanmış olduğuna dair güvencemiz de artar, bilimin sınırları genişledikçe bu artmaya devam edecektir.

Özet olarak, eksiltilemez karmaşıklığın aslında aynı anda gerçekleşen

mutasyonlarla tamamlanabileceğini düşünenler çıkabilir. Buna göre, evrim bizim düşündüğümüzden daha çok şansa dayalı, fakat olası zannedilir. Bu aslında. Goldschmidt'in öne sürdüğü umulan canavar teorisidir. Böyle bir teori ile, meydana gelebilecek ihtimallerin çok fazla olması gerekir. Ancak bu boş bir argümandır. Bir kişi, aynı yöntemle dünyanın içinde barındırdığı tüm yaratıklarla birlikte daha dün şans eseri meydana geldiğini söyleyebilir. Şans metafizik bir öngörmedir, bilimsel açıklamalar ise sebeplere dayalıdır. Bu ani olayların Darwin'in aşamalı evrim hayallerine uyuşmazlığı evrensel olarak kabul edilmektedir. Richard Dawkins bu problemi şöyle açıklamaktadır:

> Evrim elbette her zaman aşamalı olarak gelişmez. Fakat, göz gibi komplike, görünür şekilde tasarlanmış objelerin meydana gelişinde aşamalı bir evrim süreci olmalıdır. Eğer bu durumlarda da aşamalı olarak gerçekleşmezse, o zaman evrimin açıklayıcı bir gücü kalmaz. Eğer aşamalar yoksa, mucize olması muhtemeldir, bu da yine bir açıklama olmadığını gösterir.[25]

Bunun nedeni mutasyonların kökeninde yatmaktadır.

Biyokimyada mutasyon, DNA'da meydana gelen bir değişiklik anlamındadır. Bu değişimin kalıtsal olabilmesi için, üreme hücrelerinin DNA'sında meydana gelmesi gereklidir. En basit mutasyon, canlının DNA'sındaki tek bir nükleotid (nükleotidler DNA'nın yapı taşlarıdır) başka bir nükleotide dönüştüğünde meydana gelir. Veya hücrenin bölünmesi sırasında DNA kendini kopyalıyorken, bir nükleotid eksik veya fazla gelebilir. Hatta bazen, DNA'nın bir kısmının tamamı - milyonlarca nükleotid - kazara silinir veya çoğalır. Genellikle bir tek mutasyon bir canlıda küçük bir değişim yapmasına rağmen, bize büyük bir şey gibi görünebilir. Bilinen bir mutasyon olan *antennopedia,* meyva sinekleri üzerinde laboratuvar koşullarında denenmiştir: canlının kafasında antenleri yerine ayaklan çıkmaktadır. Bu bize büyük bir değişim gibi görünse de, aslında değildir. Kafasındaki bacaklar, tipik meyva sineği organlarıdır ve sadece farklı bir yerde bulunmaktadır.

Burada bir benzetme yapmak yerinde olacaktır: Aşamaların bulunduğu bir liste olduğunu düşünelim. Mutasyon, bu aşamaların tek bir satırındaki değişikliktir. Bu nedenle, "1/4 santimlik bölümünü al" yerine, mutasyon "3/8 santimlik bölümünü al" demektedir. Ya da "yuvarlak çiviyi, yuvarlak deliğe çak" yerine "yuvarlak çiviyi, dört köşeli deliğe çak" ifadesi kullanılır. Veya "koltuğu motorun üst kısmına yerleştir" demek yerine, "koltuğu direksiyona yerleştir" ifadesi kullanılır. Mutasyonun ya-

pamayacağı şey, tüm talimatları bir aşamada değiştirmektir – yani radyo yerine bir faks makinesi meydana getirmek gibi.

Şimdi bombardıman böceğine ve insan gözüne geri dönelim, sorumuz çeşitli anatomik değişikliklerin birtakım küçük mutasyonlar yoluyla gerçekleşip gerçekleşemeyeceğidir. Buna verebileceğimiz kesin cevap şudur; *bu şekilde gerçekleşemez.* Bombardıman böceğinin savunma organları da, insan gözü de, pek çok moleküler eleman içermektedir (bu elemanlar on binlerce farklı molekülden oluşmaktadır). Bunları mutasyonların oluşturduğunu söylemek ise – kesinlikle imkansızdır. Burada sö edilen birçok vida ve cıvata (motorun parçalan, direksiyon, vb.) gözardı edilmiştir. Darwinci evriminin böyle büyük yapıları oluşturup oluşturama yacağına dair tartışmamız, on dokuzuncu yüzyıl bilimadamlarının hücrelerin kendiliğinden oluşup oluşmadıklarını tartışmalarına benzeyecektir. Bu tür tartışmalar gereksizdir, çünkü parçaların tamamı bilinmemektedir

Ancak yine de, bu konudaki perspektifimizi kaybetmemeliyiz. Eski dönemlerde insanlar kendilerini ilgilendiren pek çok soruya cevap bulamamıştır. Dahası, sadece göz ve böcek evrimi sorusunu değerlendirmemiz, Darwinci iddiaların herhangi birini değerlendiremeyeceğimiz anlamına gelmemektedir. (Böcek gibi) bütün bir hayvan veya (göz gibi) bütün bir organ düzeyinden moleküler düzeye indiğimizde, pek çok açıdan evrim üzerinde bir karar verebiliriz. Çünkü, pek çok hassas moleküler sistemin bütün parçaları bilinmektedir. Sonraki beş bölüm içinde, buna benzer birçok sistemi tanıyarak kararımızı vereceğiz.

Şimdi, *eksiltilemez karmaşıklığın* kökenine inelim. Bu noktada eksiltilemez karmaşıklık kelimelerinin anlamı aslında kolaylıkla fark edileb lir. Asıl merak etmemiz gereken bu eksiltilemez karmaşık sistemin nası ortaya çıktığıdır. Mutasyonun oluşumunu gördüğümüze göre, biyolojik bir sistemin eksiltilemez karmaşıklıkta olduğundan nasıl emin olabilir?

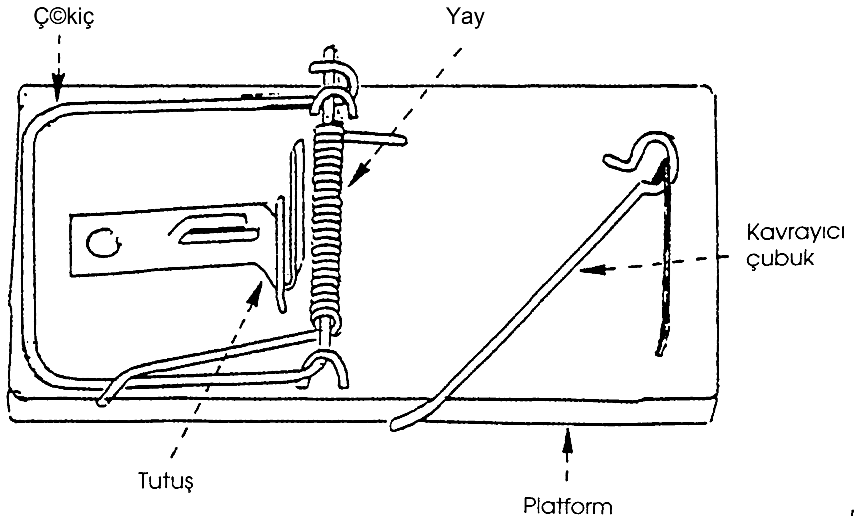
Eksiltilemez karmaşıklığın anlaşılmasındaki ilk aşama, sistemin işlevini ve bütün sistem elemanlarını tanımlamaktır. Eksiltilemez karmaşıklıktaki sistem farklı parçalardan oluşacaktır ve bunların hepsi aynı işlevi yerine getirmek için çalışacaktır. Aşırı derecedeki kompleks organların anlaşılmasında problemler çıkabileceği için (gözler, böcekler ve diğer çok hücreli biyolojik sistemler gibi) basit mekanik bir örnek ile başlayacağım; mütevazi bir fare kapanı.

Fare kapanının işlevi fareyi yakalamaktır, böylece onun evin içinde un torbalarını parçalaması, elektrik kablolarını kemirmesi veya evin az uğranan köşelerinde istenmeyen kalıntılar bırakması engellenmiş olur.

Bu nedenle, yapılan iş pek de öyle dostane bir iş değildir. Ailece kullandığımız fare kapanı birçok ayrı parçadan oluşmaktadır (Şekil 2-2): (1) bir zemin oluşturabilmek için tahta platform (2) fareyi yakalama görevini gerçekleştirecek olan metal kapan, (3) uçları uzatılmış, fare yakalandığında metal kısmı platformun üzerine kapatacak yay, (4) hafif bir basınç meydana geldiğinde hemen kapanan hassas yakalayıcı, ve (5) tuzak çalıştıktan sonra, yakalayıcıyı ve kapanı tekrar eski durumuna getirecek bağlantıları tutan metal çubuk. (Ayrıca sistemi bir arada tutan daha başka küçük materyaller de bulunmaktadır.)

Sistemin eksiltilemez karmaşıklıkta olup olmadığını anlamanın ikinci yolu, sistemin işlevi için bütün parçaların gerekli olup olmadığı sorusudur. Bu örnekte, cevap açıkça "evet"tir. Düşünün ki, bir akşam oturmuş kitap okurken, kilerde ayak sesine benzer bir patırtı duydunuz ve doğruca fare kapanınızın bulunduğu yere doğru gittiniz. Ne yazık ki, yapımdaki bir hatadan dolayı tuzak, yukarıda sayılan parçalardan bir tanesini kaybetmiştir. Bu parçalardan hangisi olmadan, tuzak hâlâ çalışır durumda kalabilir? Eğer tahta platform olmasaydı, diğer parçaları birbirine bağlayacak bir zemin olmayacaktı. Eğer metal kapan olmasaydı, fare gece boyunca tahta platform üzerinde dans eder dururdu. Eğer yay olmasaydı, kapan ve platform birbirlerine gevşek şekilde bağlanacaklar ve hiçbir kemirici canlı yakalanamayacaktı. Eğer yakalayıcı veya metal tutma çubuğu olmasaydı, o zaman bıraktığınız anda, yay kapanı hemen kapatacaktı. Çevrede gezen fareleri yakalayabilmek için bu durumda kapanın ağzını

ŞEKİL 2-2
BASİT BİR FARE KAPANI



açık tutarak evin içinde farenin peşinden koşmanız gerekecekti.

Sistemin eksiltilemez karmaşıklıkta olduğu sonucuna bizi götürecek pek çok yönü olduğundan ve işlevsel olarak ondan önce var olan hiçbir ön-sistem olmadığından, *fiziksel* ve *kavramsal* hazırlayıcıları birbirinden ayırmak gerekir. Yukarıda tarif edilen tuzak, fareyi etkisiz bırakacak tek sistem değildir. Yapışkan bir tuzak sistemi de kullanılabilir. Teoride, kapağı bir çubukla açık tutacak bir sistem de fareyi yakalamaya yeterli olabilir. Ya da, fare bir silah ile kolayca vurulabilir. Ancak bunlar standart bir fare kapanı oluşturan fiziksel hazırlayıcılar değildir. Bunlar Darwin'in söylediği gibi aşamalı olarak meydana gelemez. Platform, kapan, yay, tutma çubuğu ve diğer parçalar kendiliğinden bir tuzağa dönüşemez.

Bu noktayı açıklamak için, şu dizilimi dikkate alalım: kaykay, oyuncak vagon, bisiklet, motosiklet, otomobil, uçak, jet, uzay gemisi. Bunların hepsi taşıma için kullanıldığından, ayrıca karmaşıklık seviyelerine göre yazıldıkları için, doğal bir gelişim içinde oldukları düşünülebilir. Bunlar kavramsal olarak bağlantılı olduğundan tek bir listede ele alınabilirler. Ama acaba bisiklet, motosikletin fiziksel (ve potansiyel olarak Darvvinci bir) hazırlayıcısı mıdır? Hayır. Bu sadece bir *kavramsal* bir hazırlıktır. Tarihte hiçbir motosiklet, ilk olarak yapılan bile; aşamalı olarak bisikletten dönüştürülerek meydana gelmemiştir. Bu, bir gencin Cumartesi günü eski bir bisikleti alıp, düşük devirli bir motor ve bazı yedek parçalar ile birlikte (birkaç saatlik çabadan sonra), işler bir motosiklet meydana getirmesine benzetilebilir. Ancak bu durum sadece, daha önceden de bildiğimiz gibi insanların eksiltilemez karmaşıklıktaki bazı sistemleri oluşturabileceğini göstermektedir. Darwin'in anlayışına göre, hazırlık olarak bir ön-sistem olabilmesi için, motosikletin "sürekli, birbirini takip eden ve küçük değişimlerle" bisikletten meydana gelmesi gerekmektedir.

O halde şimdi, aşamalı ve sürekli mutasyonlarla bir bisikleti motosiklete dönüştürmeyi deneyelim. Bisiklet üreten bir fabrika düşünün. Fabrika, üretim sırasında bazı bisikletlerde hata yapıyor olsun. Şimdi hayal gücümüzü genişletelim, eğer bu hata bisiklette bir gelişmeye sebep olursa, o zaman bu şanslı satıcının arkadaşları ve komşuları da bu yeni üretimdeki bisikletleri talep edeceklerdir. Ve fabrika bu mutasyonu kalıcı bir özellik haline getirebilmek için bu hatayı sabit hale getirir. Böylece, biyolojik mutasyonlar gibi, başarılı mekanik mutasyonlar da meydana gelebilir ve yayılabilirler. Ancak eğer bu benzetmemizi biyoloji için uygularsak, oluşacak değişim bir önceki elemanların basit farklılıklara uğraması, kopyalanması veya yeniden düzenlenmesi ile meydana gelmekte-

dir. Bu nedenle eğer fabrika farkında olmadan bir vidanın ölçüsünü arttırır ya da cıvatalarının yarıçapını azaltırsa, ön aksama ekstra bir direksiyon daha koyar veya arka lastiği çıkarırsa, ya da tutunma çubuklarına bir kürek veya ekstra jant teli eklerse ve bu küçük değişiklerin her biri bisikletin sürüşünü geliştirirse, o zaman bu gelişme satın alan müşteriler tarafından fark edilecek ve mutasyona uğramış olan bisiklet, Darwin düzeni içinde pazara hakim olacaktır.

Bu şartları ortaya sürerek, bir bisikleti motosiklete dönüştürebilir miyiz? Küçük aşamalarla koltuğu daha rahat hale getirerek, direksiyonu daha büyüterek, ve hatta (müşterilerin 'bisiklet' görünümündekileri tercih ettiklerini düşünerek) motosikletin genel şeklini çeşitli yöntemlerle taklit ederek işe başlayabiliriz. Ama motosiklet bir yakıt kaynağına bağımlıdır ve bir bisiklet kolayca benzin deposuna dönüştürülebilecek herhangi bir donanıma sahip değildir. Ve bisikletin hangi parçaları bir motor meydana getirebilmek için kopyalanabilir? Şanslı bir kaza eseri yandaki fabrikadan bisiklet fabrikasına devri düşük bir motor gelmiş olsa bile, motor bisikletin üzerine monte edilmeli ve hareket sistemine doğru şekilde bağlanmalıdır. Bu, bisikletin parçalarından aşamalı olarak nasıl meydana gelebilecektir? Bisiklet üreten bir fabrika doğal seleksiyon yoluyla yani sürekli, birbirini takip eden küçük değişimlerle, bir motosiklet üretemez. Ve gerçekten, tarih sürecinde bir ürünün bu şekilde meydana gelmiş karmaşık değişikliklere uğradığını gösteren hiçbir örnek yoktur.

Bisiklet, motosikletin kavramsal bir hazırlayıcısı olabilir, ama fiziksel belirtisi olamaz. Oysa Darwinci evrim, fiziksel hazırlayıcılar gerektirmektedir.

MİNİMUM FONKSİYON

Şimdiye kadar, aşama aşama gelişen bir evrim düşüncesine karşı eksiltilemez karmaşıklık konusunu inceledik. Fakat Darwin için zorlayıcı bir başka faktör daha vardır. Fare kapanını oluşturan parçaları sıralarken listeyi sınırlı tuttuğumun farkındayım, çünkü bu beş elemanı bir araya getirince sistemin işlemeyeceğini görebilirsiniz. Eğer platform kağıttan yapılmış olsaydı, tuzak bozulurdu. Eğer kapan kısmı çok ağır olsaydı, yayı kırardı. Eğer yay çok gevşek olsaydı, kapanı hareket ettiremeyecekti. Eğer tutma kısmı çok kısa olsaydı, yakalanan yere ulaşamayacaktı. Eğer yakalama kısmı çok geniş olsaydı, doğru zamanda harekete geçemeyecekti. Bir fare kapanını meydana getirmek için parçaların basit bir listesi gereklidir, ama işlevini yerine getirebilmesi için bu yeterli değildir.

Doğal seleksiyonun bir adayı olabilmek için, bir sistemin *minimum fonksiyona* sahip olması gerekmektedir: Bu da fiziksel olarak gerçek şartlarda, işlevini başarabilme kabiliyetidir. Uygun olmayan materyallerle yapılan bir fare kapanı, bu minimum fonksiyon kriterine uymamaktadır, ama kendisinden beklenen işlevi yerine getiren kompleks makinalar bile pek işe yaramayabilmektedirler. Bunu gösterebilmek için, dünyanın ilk küçük botuna ait motorun tasarlandığını ve pazara sürüldüğünü düşünelim. Motor kusursuzca işlemektedir – benzini kontrollü bir oranda yakmakta, bütün gücü yaymakta, ve pervaneyi hareket ettirmektedir – ama pervane saatte sadece bir devir yapmaktadır. Bu etkileyici bir teknolojik beceridir, ancak benzini, pervanenin yakınında bir yerde, teneke içinde yakmak motoru çalıştırmak için yeterli olmayacaktır.

Performans iki sebepten biri yüzünden iyi olmayabilir. İlk sebep, makine işlemi tamamlamamıştır. Bir gölün ortasında teknede balık avlayan çift, yavaş devirli bir pervane ile geri dönemez. Suyun ve rüzgarın akıntıları elbette tekneyi devirebilir. Bu işlemin uygunsuz olabileceğine dair ikinci sebep ise, onun gerçekleştireceği faaliyetin çok daha basit yöntemlerle yapılabilmesi durumudur. Hiç kimse, böyle bir gezintiye çıkmak için daha iyi yöntemler varken, yetersiz bir motor ile yola çıkmaz.

(Hassas parçaların sayıldığı) Eksiltilemez karmaşıklığın aksine, minimum fonksiyonun tanımlanması bazen daha zordur. Eğer saatte bir devir bir deniz motoru için yetersiz ise, yüz devir nasıl olur? Ya da bin? Ancak, bu minimum fonksiyon kavramı biyolojik yapıların evrimi konuşulduğunda önemlidir. Örneğin, düşmanın tadını anlayabileceği minimum hidrokinon miktarı nedir? Solüsyonun ısısında ne seviyede bir artış fark edilecektir? Eğer bombardıman böceğinin düşmanlan, solüsyonun ısısındaki çok az farklılığı veya hidrokinon maddesinin miktarındaki minimum değişimi fark edemiyorsa; bu durumda Dau/kins'in bombardıman böceğinin evrimleştiğine dair açıklamaları, ineğin aya zıplaması örneği ile eşdeğer olacaktır.

VİDALAR VE CIVATALAR

Biyokimya, bir tek hücreden daha fazlasını içeren biyolojik yapıların (bir organ veya doku olabilir), inanılmaz karmaşıklıkta olan tanımlı sistemlerin ağı olduğunu göstermiştir. En "basit" olarak adlandırabileceğimiz ve kendi kendine yeterli olan, bölünerek çoğalan bir hücrenin binlerce protein ve diğer molekülleri farklı zamanlarda ve farklı koşullarda

sentezleme imkanı vardır. Sentezleme, ayrıştırma, enerji üretimi, replikasyon (eşleme), hücre yapısının korunması, hareket, kontrol, bakım, iletişim gibi fonksiyonların neredeyse tamamı her hücrede gerçekleşir. Bu fonksiyonlardan her biri de, birçok parçanın birbirleriyle bağlantılı işlevleri sonucunda oluşur. Her hücre kendi içinde iç içe geçmiş sistemler bütünüdür. Bu durumda Francis Hitching gibi bunların Darwin'in evrim aşamalarından geçerek meydana geldiğini iddia etmek büyük bir yanılgı olur. Bu bildiğimiz gibi bisikletin evrimleşerek motosiklete dönüşmesi, ya da bir bisiklet fabrikasının evrimleşerek motosiklet fabrikasına dönüşmesine benzer! Evrim ne fabrika seviyesinde, ne de vidalar ve cıvatalar seviyesinde gerçekleşmez.

Davvkins ve Hitching'in argümanları geçersizdir, çünkü hiçbir zaman üzerinde tartıştıkları sistemlerin içinde neler olduğundan bahsetmezler. Bahsi geçen göz, tek karmaşık organ değildir, Dawkins'in örnek verdiği "ışığa duyarlı nokta" da çok hücreli bir organizmanındır; bunların hücrelerindeki karmaşıklık bir motosiklet veya televizyondakinden kat kat daha fazladır. Bombardıman böceğinin savunma sistemi birçok küçük parçacığın birbirleriyle etkileşiminden oluştuğu gibi, hidrokinon ve hidrojen peroksit üreten hücreler de bunun gibi diğer destek yapılara ihtiyaç duymaktadır. Toplama keseciğini, patlama odasından ayıran büzgen kas da, kendi içinde başka sistemler barındıran karmaşık bir sistemdir. Bu nedenle böyle uzmanca çalışan bombardıman böceği hakkında, Hitching'in ortaya attıkları kaybolur gider.

Biyolojik organların aksine, basit mekanik nesnelerin analizi oldukça kolaydır. Burada bir fare kapanının bile eksiltilemez karmaşıklıkta olduğunu gösterdik, böylece önceden bildiklerimizle bu bilgimizi pekiştirebiliriz - fare kapanı kompleks bir sistemdir. Aynı zamanda motosikletin, bisiklete tesadüfler eseri kendiliğinden eklenen parçalar sonucu oluşmadığını biliyoruz, basit bir analiz bile bizi bu sonuca götürecektir. Mekanik nesneler, biyolojik sistemlerde olduğu gibi mutasyona uğrayamaz veya çoğalamazlar. Fakat bir fabrika örneğinde bile bunun gerçekleşemeyeceğini göstermek, evrime engel olan koşulların sadece bunlarla sınırlı kalmadığını gösterir. Darwin tarzı bir evrim sürecinin olmaması, bununla birlikte yapısal ve fonksiyonel bağlantıların kurulamamasından da kaynaklanır.

Makinaların analiz edilmesi oldukça kolaydır, çünkü tüm fonksiyonları ve parçaları bilindiği için tamamı listelenebilir. Her vida ve cıvatanın nasıl kullanıldığı belirlenmiştir. Böylece verilen parçalardan birinin, sisteme ait olup olmadığı rahatlıkla belirlenebilir. Eğer bir sistemin fonksiyo-

nunu gerçekleştirebilmesi için çeşitli parçaların ortak işlemesi gerekiyorsa, bu sistemde eksiltilemez bir karmaşıklık olduğunu söyleyebiliriz. Bunun tamamı entegre bir ünite olarak üretilmiştir. Biyolojik sistemler de prensipte benzer şekilde analiz edilebilir, fakat sistemin tüm elemanlarının numaralandırılması ve fonksiyonlarının tanımlanabilmesi gerekir.

Geçtiğimiz yıllar içinde modern biyokimya bilimi, birçok biyokimyasal sistemin parçalarını tanımlamıştır. İlerdeki beş bölüm içinde bunlardan bir kısmını size tanıtacağım. 3. Bölüm'de "kirpikçik" olarak adlandırılan muhteşem bir yapıyı tanıtacağım, bu yapı sayesinde hücreler yüzme becerisi elde ederler. Bir sonraki bölümde ise, parmağınızı kestiğinizde neler olduğunu anlatacağım. Kanın pıhtılaşması gibi sürekli rastladığımız olayın aslında çok karmaşık bir sistem olduğuna değineceğim. Bundan sonra ise hücrelerin içindeki bölmeler arasında malzemelerin nasıl taşındığına dikkat çekeceğim. Belki de Federal Express taşıma şirketinin yaşadığı problemlere atıfta bulunacağım. 6. Bölüm'de ise sizinle kendini savunma sanatını tartışacağım - tabii ki hücredekini. Biyokimya ile ilgili son bölüm ise 7. Bölüm olacak, burada da hücrenin "yapı taşlarını" üretebilmesi için ihtiyaç duyduğu hasssas sistemi anlatacağım. Bu bölümün birinci kısmında, böyle bir sistemin Darwinci yaklaşımla zaman içinde aşamalı olarak gelişip gelişemeyeceğini inceleyeceğim. Aynı zamanda bilim çevrelerinin bu konudaki yorumlarını da aktaracağım.

Yukarıda açıkladığım bu beş bölümü olabildiğince kolay okunabilir ve eğlenceli yapmaya çalıştım. Biyokimya dışında hiçbir kavramı gündeminize getirmeyeceğim - "bağlanmak" veya "kesmek" gibi terimlerden karmaşığı olmayacak. Fakat size önsözde söylediğim gibi, eksiltilemez karmaşıklığı tam olarak anlayabilmek için bunu tecrübe etmeniz gerekecek. Benim örnek verdiğim sistemlerin tamamı karmaşık çünkü farklı parçalardan oluşuyorlar. Fakat kitabın sonunda herhangi bir inceleme bulunmuyor. Burada verilen ayrıntılı açıklamalar sizin hafızanızı ölçmek için değil, karmaşıklığı daha iyi gözlerinizin önüne serebilmek içindir. Bazı okuyucular sadece göz gezdirmekle yetinebilir, diğerleri ise okudukça kitabın arkasındaki ekler bölümüne bakarak detayları öğrenebilirler.

Şimdiden tekrar içeriğin karmaşıklığı nedeniyle özür diliyorum, fakat bunların tamamı benim parmak basmak istediğim husus için çok büyük önem taşıyor. Richard Dawkins kendi açıklamalarıyla okuyucularını, Darwinci evrimin gerçekleştiğine ikna etmeye çalışabilir. Fakat evrimin gerçekleşmediğini daha iyi anlayabilmek için, öncelikle karmaşıklığın tadına bakmalıyız.

KISIM II

KUTUNUN İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ

BÖLÜM 3

HAYDİ ASILIN KÜREKLERE

PROTEİNLER

Çok ilginç görünmesine rağmen, modem biyokimya bize hücrelerin aslında makinalarla çalıştığını göstermiştir - daha doğrusu moleküler makinalara. İnsanların yaptıkları örneklerde olduğu gibi (fare kapanları, bisikletler ve uzay araçları) moleküler makinalarda, çok basitten çok karmaşığa uzanan bir çeşitlilik içindedirler: kaslarda olduğu gibi mekanik ve güç üreten makinalar; sinir hücrelerinde olduğu gibi elektronik makinalar; fotosentezde olduğu gibi güneş enerjisiyle çalışan makinalar... Moleküler makinaların yapımında çoğunlukla proteinler kullanılmaktadır, metal veya plastik değil. Bu bölümde, hücrenin yüzmesini sağlayan moleküler makinaları anlatacağım, ve bunu başarabilmek için nelerin gerekli olduğunu göreceksiniz. Fakat öncelikle, bazı önemli detaylar.

Hayatın moleküler temelini anlayabilmek için, proteinlerin nasıl çalıştığını bilmeniz gerekir. Bunlarla ilgili tüm detayları öğrenmek isteyenler -proteinlerin neden oluştuğu, yapılarının onları nasıl böyle etkin çalıştırdığını vb.- kütüphaneden bir biyokimyaya başlangıç kitabı almalıdır. Fakat sadece birkaç detayı öğrenmek isteyenler ise -aminoasitlerin neye benzediği, protein yapısının nasıl olduğu gibi- kitabın sonundaki Ekler kısmına bakabilirler. Burada proteinler ve nükleik asitler hakkında aydınlatıcı bilgiler verilmektedir. Fakat şu an için, genel bir biyokimya tanıtımı yeterli olacaktır.

Çoğu insan proteinleri yenilen bir şey olarak düşünebilir. Fakat bir hayvanın veya bitkinin vücudunda, proteinler aktif rol oynamaktadır. Proteinler, yaşayan bir dokuda kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi için gerekli yapıları oluşturan makinalardır. Örneğin şekerin içerdiği enerjinin tutularak vücudun kullanabileceği şekile dönüştürülmesi, hek-

sokmaz adında katalizör bir protein sayesindedir. Deri kolajen denilen bir proteinden yapılmıştır; retinaya ışık çarptığında görme etkisini başlatan rodopsin adındaki proteindir. Bu kadar örnek bile, proteinlerin çeşitliliğini anlamanız için yeterli olacaktır. Ayrıca, bir proteinin çoğunlukla bir veya birkaç kullanım amacı bulunmaktadır: rodopsin deriyi oluşturamaz, kolajen ise ışık ile faydalı bir tepkime veremez. Bu nedenle canlı bir organizmada hayatın devamı için gerekli olan faaliyetleri yerine getirilebilmesini sağlayacak, binlerce farklı çeşitte proteine ihtiyaç vardır.

Proteinler, aminoasitlerin kimyasal olarak bir zincir şeklinde bağlanmasıyla oluşur. Bu tip bir protein zincirinde, elli ilâ bin arasında aminoasit bağlantısı mevcuttur. Zincir üzerindeki her halka, yirmi aminoasitten birine aittir. Bunlar aslında kelimelere benzetilebilirler, hepsi 26 harften oluşur, fakat farklı uzunluklara sahiptirler. Biyokimyacılar her aminoasidi bir harf ile adlandırmıştır – glycine için G, serin için S, histidine için H vb... Her aminoasidin şekli ve kimyasal özellikleri farklıdır. Örneğin W büyüktür, fakat A daha küçüktür, R artı yüklüdür fakat E eksi yüklüdür, S su içinde çözünebilir fakat I çözünmek için yağı tercih eder.

Bir zincir düşündüğünüzde aklınıza çok esnek bir yapı ve çok genel bir biçim gelebilir: Fakat aminoasit zincirleri, yani proteinler böyle değildir. Hücre içinde görev yapan proteinlerin çok hassas yapıları ve her proteinin kendisine has bir şekli vardır. Artı yüklü bir aminoasit, eksi yüklü bir aminoasidi çektiğinde, otomatik olarak bir katlanma meydana gelir. Yağı tercih eden aminoasitler ise bir araya gelerek sudan ayrı dururlar. Büyük aminoasitler, küçük boşluklardan uzaklaştırılırlar. Tamamıyla farklı iki aminoasit dizilimi (iki ayrı protein molekülü) bir yap-boz-da olduğu gibi her yönüyle tanımlanmış fakat farklı yapılara sahiptirler.

Bir proteinin çalışmasını sağlayan, proteinin kendine has şekli ve içerdiği farklı aminoasit gruplarının düzenidir. (Şekil 3-1) Örneğin eğer bir proteinin görevi, başka bir proteine bağlanmaksa; bu durumda her ikisinin şekilleri birbirlerine el ve eldiven kadar tam bir uyum içinde olmalıdır. Eğer bir protein artı yüklüyse, diğerinin eksi yüklü olması uygundur; böyle olmadığında bir araya gelip bağlanmaları mümkün olamaz. Eğer proteinin görevi bir kimyasal reaksiyonu katalize etmekse, bu durumda enzimin şekli hedef aldığı kimyasal maddenin şekline tam olarak uygun olmalıdır. Eğer yap-boz oyunundaki parçalar birbirlerini tutmazlarsa, bu durumda oyun başarılamayacaktır. Eğer bir proteinin şekli değiştirilirse, bu durumda faaliyetleri de gerçekleşemeyecektir.

öğrenmeye başlamasıyla gelişme sürecine girdi. O zamandan beri belirli proteinlerin, faaliyetlerini nasıl yürüttüğü hakkında büyük aşamalar kaydedilmiştir. Genellikle bir hücrenin çalışmasında birçok protein rol oynar; bu takımın her üyesi de ayrı bir sorumluluk üstlenir. Her şeyi daha basit ve anlaşılır yapmak için, şimdilik sadece bu protein takımlarından bahsedeceğim. Haydi şimdi yüzmeye gidelim.

YÜZMEK

Bir yaz günü, komşunuzun havuzuna biraz antrenman için yüzmeye gittiğinizi düşünün. Güneşte biraz gezindikten sonra *Nucleic Acids Research* (Nükleik Asit Araştırmaları) dergisinin son sayısını okumak üzere havlunuzun üzerine uzanıyorsunuz ve büyüklerin yüzme seansına hazırlanıyorsunuz. Ve düdük çalıp da gençler havuzu terk ettikten sonra, tereddütle parmaklarınızı suya değdiriyorsunuz. Yavaşça ve biraz acı çekerek, vücudunuzu şaşırtıcı derecede soğuk suya sokuyorsunuz. Uygun olmadığı için havuza artistik dalışlar yapmadan, su topu oynamadan dalıyorsunuz. Bunun yerine sakince yüzmeye başlıyorsunuz.

Kenardan güç alarak sağ kolunuzu başınızın üzerinden geçirip suya daldırıyorsunuz ve bir kulaç hareketini tamamlıyorsunuz. Bu kulaç sırasında sinir hücrelerinden gelen sinyaller beyninizden kol kaslarınıza ulaşıyor ve böylece bunların belirli bir düzen içinde kasılmalarını sağlıyor. Kasılan kaslar kemiklerinizin üzerinde hareketleniyor ve humerus kemiğinin yükselerek bir tur atmasına neden oluyor.

Aynı anda parmaklarınızın kasları da sıkışarak, elinizin çukur şeklini almasını sağlıyor. Bir dizi sinir hücresi sinyali ile diğer kaslar kasılıyor veya gevşiyor, böylece eliniz suyun içine dalıp çıkarak hareketine devam ediyor. Suyun üzerinde kolunuzun ve elinizin uyguladığı güç sayesinde ileriye doğru hareket edebiliyorsunuz.

Yukarıda listelenen hareketlerin yarısını tamamladıktan sonra, aynı döngüye tekrar başlarsınız ve bu sefer sol kolunuza aynı işlemleri uygularsınız. Aynı anda, sinir hücrelerinden gelen impulslar bacaklarınıza ulaşır ve onların da bir ritim içinde kasılıp gevşemelerine neden olur. Böylece bacaklarınız yukarıya ve aşağıya hareket eder. Suyun içinde saatte iki kilometre hızla giderken, düşünmenin daha zor olduğunu fark ediyorsunuz. Ciğerlerinizde bir yanma hissi oluşuyor ve gözleriniz açık olduğu halde her şey kararıyor. Ah, evet – nefes almayı unutmuşsunuz.

İKİ PROTEİN BAĞLANDIĞINDA, BUNLARIN ŞEKİLLERİ BİRBİRLERİNE TAM BİR UYUM İÇİNDEDİR. (AŞAĞIDA) KİMYASAL BİR REAKSİYONU KATALİZE ETMEK İÇİN HAREKETE GEÇEN ENZİM, KENDİSİNİ İLGİLENDİREN PROTEİN GRUBUNA BAĞLANIR. MAKAS İŞARETİ PROTEİN ÜZERİNDE KİMYASAL OLARAK BİR MOLEKÜLÜ KESECEK GRUBU GÖSTERİR. BU MOLEKÜL AÇIK RENKLE GÖSTERİLMİŞTİR.





Başkan Ford'un da aynı anda nefes alıp, yürüyemediği söylenmektedir. Yüzünüzü, suyun üzerinde döndürmenin giderek zorlaştığını fark ediyorsunuz Enerji oluşması için oksijen olmadığından, beyniniz çalışmalarını durdurmaya başlıyor ve bu nedenle sinir hücrelerinden gelen impulslar artık vücudunuzun uzak noktalarına ulaşamıyor.

En sonunda, bir cankurtaran tarafından kurtarılma rezaletini yaşamamak için duruyorsunuz ve suyun içinde ayaklarınızın üzerine kalkıyorsunuz. Bu arada havuzun kenarından sadece elli santim kadar uzaklıkta olduğunuzu görüyorsunuz. Nefes almayla ilgili probleminizi gidermek

için, sırt üstü stilinde yüzmeye karar veriyorsunuz. Sırt üstü yüzme, serbest stildeki yüzmeyle aynı kasları çalıştırıyor ve boyun kaslarınızı devreye sokmadan nefes almanıza imkan veriyor. Fakat bu sefer nereye gittiğinizi göremiyorsunuz. Elinizde olmadan suda sürüklenerek, voleybol oynayanların yanına doğru geliyorsunuz ve hızlı bir top darbesine maruz kalıyorsunuz.

Voleybolculardan uzaklaşmak için suyun derin kısmında sadece ayaklarınızı çırparak ilerlemeye karar veriyorsunuz. Suda ayağınızı çırpmak bacak kaslarınızı çalıştıracak ve size istediğiniz egzersizi yaptıracaktır. Ayrıca görüş mesafeniz geniş ve nefes alma imkanınız da rahat olacak. Fakat birkaç dakika sonra bacaklarınıza kramp giriyor. Fazla kaslı olmayan bacaklarınız, az çalıştırdığınız kaslarınızı harekete geçirir ve uzun süre dinlenme ihtiyacı duyarsınız. Uzun süren bir antrenman sonrasında ise çabucak yorulurlar ve uzun bir dinlenme ihtiyacı duyarlar. Sinir hücreleri ise hala yüzmeniz için yapacağınız hareketleri yönlendirmeye çalışıyor fakat kaslarınız çalışmadan, bacaklarınız yayı kopmuş bir fare kapanı kadar etkisiz duruyor.

Gevşeyip, sakince dinleniyorsunuz. Şansınız var ki, vücudunuzun orta kısmının yoğunluğu suyunkinden hafif olduğu için batmadan durabiliyorsunuz. Suyun içinde birkaç dakika mücadele ettikten sonra, kaslarınıza giren kramp sizi terk ediyor. Yetişkinlere ait geri kalan zamanı öylece uzanarak geçiriyorsunuz. Bu pek egzersiz amaçlı sayılmasa da, en azından eğlenceli sayılır – düdük tekrar çalana dek. Daha sonra yaramaz çocukların toplarının çarpmasıyla havuzu terk ediyorsunuz.

BEDELİ NEDİR?

Bu havuz senaryosu yüzme için gerekli olan şeylerin bir tasviridir. Bu aynı zamanda, temel yüzme ekipmanına ek sistemler getirildiğinde verimliliğin geliştirilebileceğini göstermektedir. En sondan başlayacak olursak, bir nesnenin suyun üzerinde kalabilmesi için yoğunluğunun sudan daha az olması gerekir; fakat herhangi bir faaliyet gerektirmez. Sadece yüzme becerisi –hiçbir çaba harcamadan suyun üzerinde kalabilme– yeterli olabilir. Fakat suyun üzerinde kalırken akıntı sizi istediği yere götürebileceği için, yüzme ile suyun üzerinde kalma aynı şey değildir.

Yön bulma sistemi (görmede olduğu gibi) yüzme için faydalıdır. Ancak bu yüzme kabiliyeti ile aynı şey değildir. Bu hikayede bir süre için sırtüstü yüzebilir ve hâlâ suda ilerleyebilirsiniz. Sonunda, çevreyi sezinle-

yememe durumu kazalara yol açabilir. Yani bir kişi ya önünü görerek ya da görmeyerek yüzer.

Yüzme mutlaka enerji gerektirmektedir, kullanılamayan veya kramp girmiş kaslar sistemin aniden çökmesine neden olur. Ama oksijensiz bir süre yol alabildiniz ve kramp girmeden önce kısa bir süre suda ilerlediniz. Bu olumsuz koşullar bir yüzücünün gidebileceği mesafeye etki etmesine rağmen, yakıt rezervinin miktarı ve kalitesi, yüzme sisteminin bir parçası değildir.

Şimdi, yüzmenin mekanik gereklerini dikkate alalım. Su ile temas etmek ve onu itmek için, ellerinizi ve ayaklarınızı kullandınız ve vücudunuzu ters yöne hareket ettirdiniz. Bacaklarınız olmadan veya bunun yerini alacak parçalar olmadan, aktif yüzme oldukça zor olabilirdi. O halde, yüzmenin bir gerekliliğinin kürekler olduğu sonucuna varabiliriz. Diğer bir ihtiyaç, birkaç devir için yeterli yakıta sahip olması gereken bir motor veya güç kaynağıdır. İnsanlardaki organlar düşünüldüğünde, motor görevi yapan sürekli kasılıp gevşeyen kol veya bacak kaslarıdır. Eğer kaslar felce uğrarsa, etkili başka bir motor olmadığı için yüzmek imkansız olur. Son gereksinim ise motor ve hareketi sağlayan kürek arasındaki bağlatıdır: insanlarda bunlar kasların bağlandığı kemiklerdir. Eğer bir kas kemikten ayrılırsa, kasılmaya devam edebilir fakat, kemiği hareket ettiremediği için yüzme faaliyeti gerçekleşemez.

Yüzme sistemlerinin mekanik örneklerinin bulunması kolaydır. En küçük kızımın, kurulunca kuyruğunu oynatabilen oyuncak bir balığı var. Küvetin içinde kendi kendisini ileriye doğru iterek hareket eder. Oyuncak balığın kuyruğu kürek görevi yapar ve kurulan yay da enerji kaynağıdır. Aradaki bağlantı çubuğu ile de enerjiyi iletebilir. Eğer bu bileşenlerden biri –kürek sistemi, motor veya bağlantı– ortadan kalkarsa, o zaman balık hiçbir yere gidemez. Yayı olmayan fare kapanı gibi motoru, itici kürek düzeni ve enerji ileten bağlantısı olmayan yüzme sistemi eksiktir. Yüzme sistemleri çalışabilmek için pek çok parçaya ihtiyaç duyduklarından, akıl almaz derecede karmaşıktırlar.

Yalnızca yüzme sistemlerinin genel parçalarından –hatta en basit olanlarından– bahsetmekte olduğumuzu aklınızdan çıkarmamalısınız. Bundan daha kompleks sistemler oldukça sık görülmektedir. Örneğin kızımın oyuncak balığı kuyruk, bağlantı çubuğu ve yayın yanısıra, enerjiyi çubuktan kuyruğa iletecek başka dişlilere de sahiptir. Kürekle ilerleyen bir gemide, enerjiyi motordan küreğe iletecek birçok dişlinin yer aldığı bir sistem bulunur. Yüzme faaliyetinin bir parçası olmayan bir yüzücünün

gözünün tam aksine, yukarıda anlatılan dişliler sisteminin parçalarıdır -bunların sistemden ayrılması, fonksiyonun durması anlamına gelir. Gerçek hayattaki sistemlerden biri minimum sayıda parçaya sahipse, bunların gerçekten faaliyet için gerekli olup olmadığını kontrol etmelisiniz.

BAŞKA NELERİ ÖNGÖRÜR?

Parçaların basit bir listesi minimum düzeydeki gereksinimleri vermektedir. Son bölümde tüm gerekli parçalara sahip olan bir fare kapanının -ki bunlar çekiç, platform, demir çubuk, yay ve saklama bölmesidir- yine de nasıl çalışamama durumunun olabileceğinden bahsettim. Örneğin, eğer tutma yeri çok kısa ise veya yay çok hafif ise, tuzak başarısız olur. Aynı şekilde, yüzme sisteminin parçaları minimum fonksiyona sahip olmak için birbirlerine uyumlu olmalıdır. Suda itici bir güç olarak kürek gereklidir, ama eğer küreğin yüzeyi dar ise, gerekli zamanda ilerleme sağlanamaz. Bunun tam tersi durumda eğer küreğin yüzeyi çok geniş olursa, motora fazlaca yüklenme olacağından yolda bozulabilir. Motor, kürekleri hareket ettirmek için yeterince güçlü olmalıdır. Aynı zamanda en uygun hızda gitmek için düzenlenmelidir: çok yavaş olduğunda yüzücü ilerleyemez; çok hızlı olunca da bağlantı çubuğu veya kürek kırılabilir.

Ancak yüzme sisteminin en doğru parçalarına sahip olsak ve parçalar birbirlerine uyacak büyüklükte ve güçte olsalar dahi, daha fazlasına ihtiyaç vardır. Bunlara ek ihtiyaçları -kürek vuruşlarının zamanlaması ve yönünün kontrol edilmesi- kürekli bir teknedense, bir yüzücü örneğinde görmek daha kolaydır. Yüzme bilmeyen bir kişi suya düşerse, çaresizce kollarını ve bacaklarını hareket ettirecektir. Ve sonuçta biraz su yüzeyinde kalmaktan başka hiçbir şey yapamayacaktır. En büyük kızım gibi, kulaç atmasını dahi yeni öğrenen başlangıç seviyesindeki yüzücüler, babalarının yardımı olmadan hemen suya batarlar. Kendi kulaçları aslında yeterlidir, ama doğru zamanlamayı yapamaz ve kendisini suyun yüzeyinde paralel olarak tutamaz, ayrıca kafasını hep suyun dışında tutmaya çalışır.

Mekanik sistemler bu problemlere sahip gibi görünmemektedirler. Bir geminin pervanesi dönüş ritmini şaşırmaz ve kürekle ilerleyen bir geminin zamanlaması ve yönü baştan itibaren düzgün ve düzenlidir. Ancak bu konudaki argüman yanıltıcıdır. Görüldüğü gibi herhangi bir çaba gerektirmeyen bu sistemler kürekli, rotorlu veya motorlu tekneye bir

sistem olarak yerleştirilmiştir. Kürek tahtaları daire şeklindeki bir *çerçeve* içinde düzenlenmemiş bir buharlı gemi düşünün. Tahtaların çeşitli açılarla hareket edip rotorun önce öne doğru gittiğini ve daha sonra arkaya doğru, sonra da geri geri gittiğini düşünün. Missisippi'de manzaraya nazır bir yolculuk yapmak yerine, tekne çaresizce sürüklenecek ve Meksika Körfezi'ne doğru akıntıyla yol alacaktır. Gemiyi ileriye yönlendirici sistem farklı açılarla hareket ettiğinden oldukça zararlı sonuçlar doğuracak ve gemi suyun içinde çalkalanacaktır. Buna rağmen tekne yine de belli bir doğrultuda gidemeyecektir. Mekanik bir sistemle yüzme hareketinin elde edilmesi ne kadar rahat görünse de –yüzme bilmeyen bir kişi ile karşılaştırıldığında– bir çok yönden hayal sayılabilir. Bu sistemi tasarlayan mühendis, sistemin yüzerken doğru zamanda doğru yöne doğru suyu itmesi üzerine deneyler yapmıştır. Ve bu işlem görüldüğü gibi kolay değildir.

Doğanın zorlu dünyasında suda çaresizce ilerlemek için enerji harcayan bir organizmanın çabası, diğer yüzen organizmalar üzerinde bir avantaj sağlayamaz. Peki, hücreler yüzebilir mi? Eğer yüzebiliyorlarsa, ne tip bir yüzme sistemi kullanmaktadırlar? Onlar, Missisippi teknesi gibi eksiltilemez karmaşıklıkta mıdır? Bunlar yavaş yavaş evrimleşmiş olabilir mi?

TÜYCÜKLER

Bazı hücreler, yüzmek için hassas tüycükler kullanırlar. Bu tüycükler kirpiklere benzerler veya kamçı gibi çarparlar. Eğer tüycükleri olan bu hücre, sıvı içinde serbestçe hareket edebiliyorsa, bir küreğin tekneyi hareket ettirmesi gibi tüycüklerin de hücreyi hareket ettirmeleri mümkündür. Eğer hücre diğer hücrelerin ortasında ise hareket halinde olan tüycükler sıvıyı sabit hücrenin yüzeyine doğru sıçratırlar. Doğa, kirpikçikleri iki görev için de kullanır. Örneğin sperm, kamçısını yüzmek için kullanır. Buna karşılık solunum yollarındaki sabit hücrelerin her biri birkaç yüz tüycüğe sahiptir. Tüycüklerin çoğunluğu senkronize hareket halindedirler, Roma savaş gemilerinde kürek çeken köleler gibi, tüycükler de mukus sıvısını boğazdan yukarıya doğru iterler. Bu hareketin küçük parçacıklara ihtiyacı vardır, bunlar nefes alırken içeri kaçarlar ve sonra dışarı itilmeye çalışırlar.

Işık mikroskopu da hücrelerdeki ince tüycükleri göstermekteydi, ancak tüycüklerdeki Liliput detaylarının bulunması elektron mikroskobu-

nun icadını beklemek zorunda kalmıştır. Bu sayede tüycüklerin oldukça karmaşık bir yapısının olduğu anlaşılmıştır. Tüycüklerin yapısına sonraki sayfalarda değinmeye devam edeceğim. Pek çok okuyucu, Şekil 3-2'yi inceleyerek bu konuyu daha basit bir şekilde analiz edebilir.

□ Tüycükler üzeri zarla örtülmüş liflerden oluşmaktadır.[1] Tüycüğün zarı (plastik bir kaplama gibi düşünün) hücre zarının dışında gelişen bir parçasıdır, böylece tüycüğün iç kısmı hücrenin içiyle temas halindedir. Eğer bir tüycük diklemesine kesilirse ve kesilen kısım elektron mikroskobu altında incelenirse, çubuk şeklinde dokuz ayrı yapı göze çarpar. Bu çubuklara mikrotüpler adı verilir. Bunlara ait yüksek kalitedeki fotoğraflar incelendiğinde, dokuz mikrotüpten her birinin iç içe geçmiş iki halkadan oluştuğu görülür. Detaylı araştırmalar tek bir halkanın on üç ayrı telden oluştuğunu göstermiştir. Birincisine bağlanan diğer halka ise on ayrı telden oluşur. Kısaca özetlersek bir tüycüğü oluşturan dokuz mikrotüp, on üç ayrı halkadan oluşan ve her biri on telden meydana gelen yapıların birleşimidir.

Biyokimyasal deneyler, mikrotüplerin tubulin denilen proteinlerden oluştuklarını göstermektedir. Bir hücrede tubulin molekülleri silindir şeklinde bir düzen meydana getirmek üzere tuğlalar şeklinde bir araya gelmişlerdir. Dıştaki dokuz çubuğun herbiri tuğlaları ile ikili dizilimler oluşturan mikrotüplerdir. Elektron mikroskobunda sağlanan görüntüler tüycüklerin ortasında iki çubuk bulunduğunu göstermektedir. Bunların ikisi de mikrotüplerdir. İkili dizilimler yerine, herbiri kendi başına birer dizilimdir. Bunlar da on üç tubulin şeridinden oluşurlar.

Hücrenin içinde normal şartlar sağlanmışsa, (kalsiyum yoğunluğu normal olduğunda ve sıcaklık belirli bir düzeyde olduğunda) dizilimleri meydana getiren "tuğla" görevindeki tubulin, mikrotüpleri oluşturmak üzere otomatik olarak bir araya gelirler. Tubulinleri bir araya getiren güçler, proteine şekil veren yapıya benzerler: pozitif yük negatif yükü çeker, yağda çözünen aminoasitler suyu dışlayarak bir araya gelirler vs. Tubulin molekülünün bir tarafı ikinci tubulin molekülünün arka tarafını tamamlayacak bir yüzeye sahiptir. Böylece üçüncü tubulin molekülü, ikinci tubulinin arka tarafına yapışır. Dördüncü, üçüncünün arkasına ve bu şekilde devam eder. Bir benzetme yaparsak, istiflenmiş ton balığı konservelerini gözünüzün önüne getirin. Ailece alış veriş yaptığımız süper-

marketten aldığımız konservelerin alt kısmı içeriye doğru girintili olduğundan ve üstünde duran konserve de buna uyacak yapıda olduğundan, kutulardan birine hafifçe çarpsanız bile hiçbiri devrilmez.

Eğer iki konserve kutusu üst üste değil de alt üst yerleştirilirse, emniyetli bir şekilde istiflenmemiş olduklarından rastgele bir darbe ile dağılabilirler. Dahası, X marka bir konservenin altı diğerleri gibi girintili değilse güvenlik içinde yerleştirilemeyecektir, çünkü konservelerin üst yüzeyi buna uygun olmayacaktır. Tubulin moleküllerinin işlevleri ton balığı konservesi örneğinden daha belirgindir. Bunların ötesinde, hücrede binlerce farklı protein vardır ve tubulin sadece belirli tubulin molekülleriyle bağlantı kurduğundan emin olmalıdır – yakınına gelen herhangi bir proteinle değil. Belki de tubulini bir ton balığı konservesine benzetebiliriz, üst tarafına yerleştirilmiş on tane kısa iğneye benzer çıkıntı bulunmaktadır. Ve alt tarafında bulunan on girinti de, konservenin üstündeki çıkıntılara tam olarak uymaktadır. Böylelikle hiçbir konserve kutusunun tesadüfen bir diğerinin üzerine oturma ihtimali olamaz, çünkü biri diğerine uygun olarak yapılmıştır.

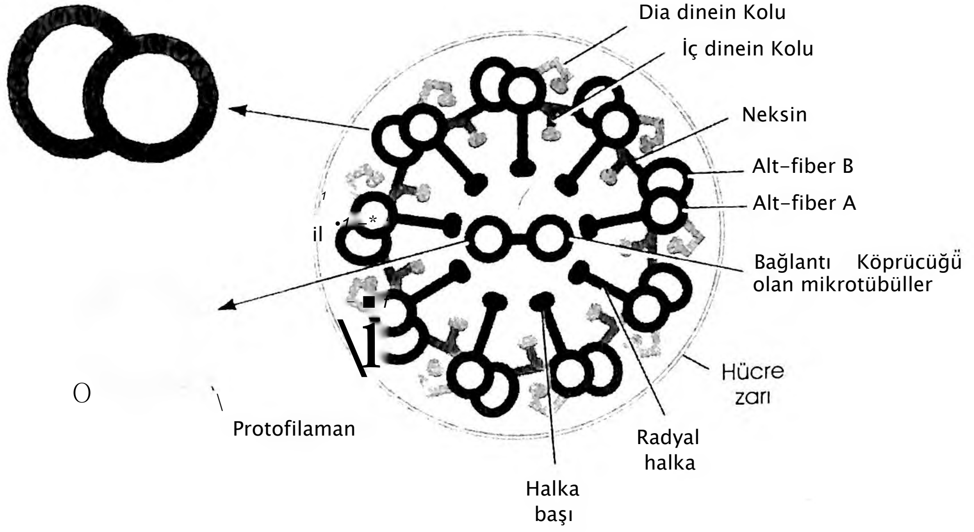
Ton balığı benzetmesini genişleterek, konservenin bir tarafına yapıştırılmış çıkıntılı uzantılar olduğunu farzedelim. Bu çıkıntılar tam olarak değil ama yaklaşık olarak konservenin diğer tarafına uymaktadır. Bu durumda konserveleri iki tarafı birbirine oturacak şekilde yerleştirebiliriz, ancak delikler çıkıntılara tam olarak uymadığından çok fazla konserveyi bir araya koyduğumuzda bunlar eninde sonunda dengelerini kaybedecek ve düşeceklerdir. Dengesiz konserveleri üstüste istiflendiğinde, konserve kutularından şekilsiz bir dizilim ortaya çıkacaktır.

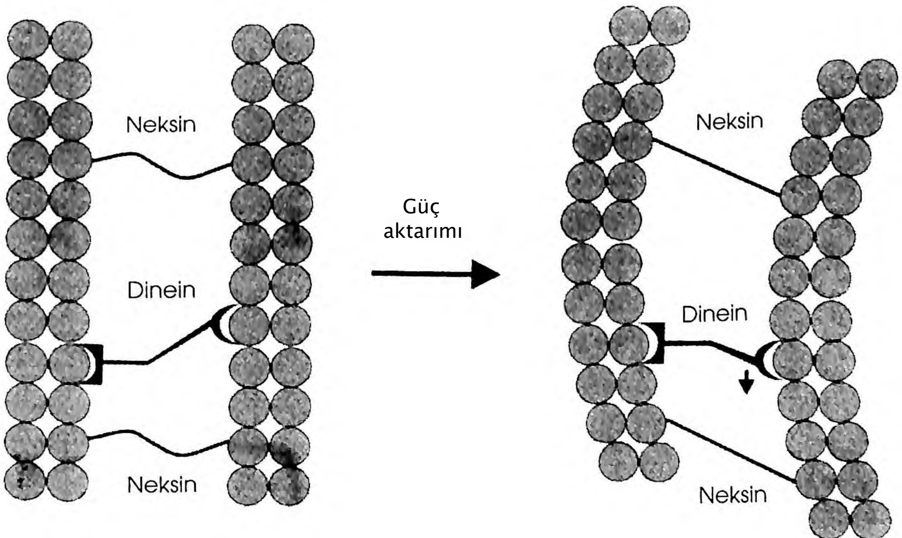
Tubulinlerin mikrotüplerle bağlantıya geçme yetenekleri olmasına rağmen, mikrotüpler diğer proteinlerin yardımı olmadan birbirleriyle birleşemezler. Bunun için iyi bir sebep vardır: mikrotüplerin hücrede çok fazla görevi vardır. Bu görevler için, tek başına ve bağlantısız mikrotüplere ihtiyaç duyar. Diğer işler için, (tüycüklerin hareketleri de buna dahildir) bağlantılı mikrotüpler gereklidir. Bu nedenle mikrotüpler herhangi bir sebeple bir görev için bir diğerine bağlanmadığı sürece, mikado oyunundaki çubuklar gibi etrafta tek başlarına dağınık halde bulunurlar.

Tüycüklerin elektron mikroskobu altında çekilen fotoğrafların–

ŞEKİL 3 - 2

(ALTTA) TÜYCÜKLERDEN ALINAN KESİTTE İÇ İÇE GEÇMİŞ ÇİFT-HALKA YAPISI GÖRÜLMEKTEDİR. İÇTE TEK HALKADAN OLUŞAN MERKEZİ MİKROTÜP BULUNMAKTA VE PROTEİNLER İLE DYNEİN MOTORUNU BİRLEŞTİRMEKTEDİR. (EN ALTTA) KAYMA HAREKETİ DYNEİN MOLEKÜLÜNÜN BİR SONRAKİ MİKROTÜPE "YÜRÜMESİYLE" OLUŞUR VE BU İÇERDİĞİ ESNEK NEKSİN PROTEİNİ SAYESİNDE BİR BÜKÜLME HAREKETİNE DÖNÜŞÜR.





da, mikrotüpleri birbirine bağlayan farklı türlerdeki bağlayıcılar görülmüştür. (Şekil 3-2) Tüycüklerin ortasındaki iki merkez mikrotüpü birbirine bağlayan köprü şeklinde bir protein görünmektedir. Aynı zamanda, iki mikrotüpten tüycüklerin merkezine doğru, bir uzantı yer alır. Sonuçta, neksin adı verilen protein dışarıdaki, mikrotüplerin her birini, yani bir çift mikrotübü yanındakine bağlar.

Her mikrotüpte iki ayrı uzantı vardır. Bunların birisine dış kol, diğerine de iç kol denir. Biyokimyasal analizler bu uzantıların dynein denilen bir proteine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Dynein, motor proteinler sınıfına dahildir. İşlevleri arasında hücredeki motor görevini yapmak ve mekanik bir güç oluşturmak vardır. □

TÜYCÜKLERİN İŞLEVİ NEDİR?

Karmaşık bir makinanın yapısını bilmekle bunun nasıl işlediğini bilmek farklı şeylerdir. Bir kişi arabanın kaputunu açıp belli bir süre motorun resimlerini çekebilir, ancak bu inceleme, farklı parçaların işlevlerini nasıl yerine getirdikleri hakkında berrak bir fikir vermeyecektir. Sonuçta, bir şeyin nasıl çalıştığını anlamak için, onu parçalarına ayırıp tekrar monte etmelisiniz, belli noktalarda durarak fonksiyonun nasıl gerçekleştiğine bakmalısınız. Bu çalışma makinanın nasıl işlediğine dair kesin fikir vermiyorsa bile, hangi parçaların önemli olduğu hakkında bir bilgi verecektir. Yüzyılımızda biyokimyanın temel stratejisi, moleküler sistemleri parçalamak ve onları tekrar bir araya getirmeye çalışmaktır. Bu strateji hücrenin işlevi hakkında oldukça önemli bilgiler vermektedir.

□ Bu amaçla yapılan deneyler biyokimyacılara tüycüklerin nasıl çalıştığı hakkında ipuçları vermiştir. İlk ipucu, izole edilmiş bir tüycükten sağlanmıştır. Tüycüklerin ilginç bir özelliği de, hızlı bir titreşimle hücreden ayrılabilmeleridir. Bu titreme ile dışarıya uzanan uzantılar kırılır ve solüsyon yüksek hızda dönerek (bu büyük ağır parçaların, küçük hafif parçalardan daha çabuk çökelmesine neden olur) test tüpünde saf bir tüycük karışımı kalmasını sağlar. Eğer tüycükler zarlarından sıyrılır ve ATP denilen kimyasal formda bir enerji tarafından desteklenirlerse, kırbaca benzer bir hal alırlar. Bu göstermektedir ki, tüycüklere hareket ve güç veren motor yapısı tüycüklerin içindedir, ayrıldıkları hücrenin içinde değil. Diğer ipucu ise (biyokimyasal hilelerle) eğer dynein proteinin kol-

rakılırsa, tüycükler işlemez duruma geleceklerdir. Katılaşmış tüycüklere dynein eklemek ise, hareketin tekrar başlamasını sağlar. Böylece görülmektedir ki, tüycüklerin motor gücü dynein proteininin kollarında bulunmaktadır.

Bu konuda yapılan farklı deneyler de pek çok ipuçları vermiştir. Diğer proteinleri çiğneyen ve onları aminoasitlere çeviren enzimler bulunmaktadır (bunlara protease denir). Tüycükleri içeren bir solüsyona az miktar protease eklenirse, yapının kenarındaki neksin bağlayıcılarını hemen ayırır. Geri kalan tüycükler sabit kalır. Protease enziminin bağlayıcıları hemen etkilemesinin nedeni şudur: tüycüklerdeki diğer proteinlerin aksine, neksin bağlayıcıları sıkıca bükülmezler, bunun yerine esnek ve gevşek zincirler şeklindedirler. Esnek oldukları için protease bunları, bir makasın kağıt kurdeleyi kesmesi kadar hızlı kesebilir. (Protease enzimi aynı zamanda sıkıca katlanmış proteinleri de makasın bir kitap kapağını kesme hızıyla kesebilir.)

Protease enzimleri sayesinde biyokimyacılar, neksin bağlayıcıları olmadan tüycüklerin nasıl çalıştıklarını gözlemleyebilmiştir. Peki bu durumda bağlayıcıların ortadan kalkmasıyla ne olur? Belki de tüycükler onlar olmadan daha iyi çalışırlar, ya da dynein proteininden kolları alındığında yaptığı gibi hareketsiz kalacaktır.

Gerçekte, bu olasılıkların hiçbiri gerçekleşmez. Bunların yerine bağlantısı olmayan tüycükler oldukça beklenmedik bir şey yaparlar. Tüycüklere biyokimyasal enerji sağlandığında, bükülmek yerine, çözülürler. Mikro tüplerden her biri, radyo anteninin uzayarak açılması gibi, birbirlerinin içinden geçmeye başlarlar. Tüycüklerin uzunluğu on kat büyüyene kadar birbirlerinin içinden geçmeye devam ederler. Mikrotüpleri bir gücün hareket ettirmesi gerekmektedir. Bununla bağlantılı olarak biyokimyacılar bir motorun çalışıyor olduğu sonucuna vardılar. Aynı zamanda bükülmeye çalışırken neksin bağlayıcılarının tüycükleri bir arada tutmaları gerektiğini gözlemlediler.

Elde edilen ipuçları, tüycüklerinin nasıl çalıştığı hakkında bir model oluşturulmasına imkan verdi. (Bkz. Şekil 3-2) Üst üste istiflenmiş ton balığı konservelerinden oluşan sütunların gevşek tellerle birbirlerine bağlandığını düşünün. Bir konserve kutusuna küçük bir motor ve yandaki konserve dizilimine de bir motor kolu bağ-

lanmıştır. Motor kolu ikinci sütunu aşağı iter ve sütunlar birbirleri-nin içinden geçerken, gevşek tel gerilmeye başlar. Motor kolu daha fazla ittikçe, telin meydana getirdiği gerginlik sütunların eğilmesine neden olmaktadır. Ayrışma hareketi eğilme hareketine dönüşmüştür. Şimdi, bu benzetmeyi biyokimyasal örneklerle ifade edelim. Bir mikrotüpteki dynein proteinin kolları İkincisine, hemen yandaki mikrotüpe bağlanır ve dynein komşusunu harekete geçirmek için ATP denilen biyolojik enerjiyi kullanır. Bu gerçekleştiğinde iki mikrotüp birbirlerinden ayrışmaya başlar. Neksinin olmaması durumunda birbirlerinden ayrılıncaya kadar ayrışmaya devam ederler. Ancak, proteinin karşılıklı bağlan komşu mikrotüpün kısa bir mesafeden fazla ayrışmasını engeller. Esnek neksin bağlayıcıları son sınıra dek uzandıklarında, dynein proteininin daha fazla hareketi neksin bağlayıcılarının mikrotüpden çekilmelerine neden olur. Dynein hareketine devam ettikçe gerilim artar. Neyse ki mikrotüpler esnektirler ve böylece dynein proteinin sebep olduğu kayma hareketi zamanla bükülme hareketine dönüşür.❐

Şimdi, arkamıza yaslanalım ve tüycüklerin işlevlerini gözden geçirip, neyi ima ettiklerini inceleyelim. Tüycüklerin çalışması için hangi parçalara ihtiyaç vardır? Tüycüklerin hareketi için mutlaka mikrotüpler gerekmektedir; aksi takdirde kayabilecek hiçbir parça olmayacaktır. Buna ek olarak tüycüklerin mikrotüplerinin sabit ve hareketsiz kalmamaları için bir motora gereksinimi vardır. Dahası, komşu lifleri hareketlendirebilmek için bağlayıcılara ihtiyacı vardır. Ancak bu şekilde ayrışma hareketini bükülme hareketine dönüştürürler ve yapının yıkılıp dağılmasını engellerler. Bütün bu parçalar tek bir fonksiyonu yerine getirmek için gereklidir: tüycüklerin hareketi. Bir fare kapanının, kendisini oluşturan parçaların tamamının olmaması durumunda çalışamaması gibi, tüycüklerin hareketi de mikrotüplerin bağlantılarının ve motorların yokluğunda meydana gelmeyecektir. Bu nedenle, tüycüklerin eksiltilemez karmaşıklıkta oldukları sonucuna varabiliriz. Böylece bir maymun safsatası – Darwin'in evrim teorisi yine yetersiz kalmış ve yalanlanmış olur.

Tüycüklerin eksiltilemez bir karmaşıklığa sahip olması kimseyi şaşırtmamalıdır. Bu bölümün başlarında yüzen bir sistemin su ile bağlantısının olması için bir hareket kaynağına ihtiyacının olduğundan bahsetmiştim. Kürek çekme hareketine benzer şekilde ilerleyen tüm sistemler –kızımın oyuncak balığındaki gemi pervanesine kadar– parçalarından birisi

eksik olsa kesinlikle çalışamaz. Tüycükler de bu tür bir yüzücü sistemin üyesidir. Yüzeyi su ile temas eden ve itme gücü sağlayan mikrotüpler, küreklerdir. Dynein proteininin kolları motorlardır, hareket sistemine güç sağlarlar. Neksin kolları ise bağlantıları oluşturur ve motorun gücünü bir mikrotüpten diğerine iletirler.[2]

Tüycüklerin ve diğer yüzme sistemlerinin karmaşıklığı bu hareketin kendine has bir özelliğidir. Bu durum, sistemin ne kadar büyük veya ne kadar küçük olduğuna bağlı değildir. Bu sistem bir hücreyi veya bir gemiyi de hareket ettirse, bu hareketin sağlanması için pek çok parça gereklidir. Ama asıl soru şudur: Tüycükler nasıl meydana gelmektedir?

DOLAYLI BİR YOL

Richard Dawkins gibi bazı evrimci biyologların oldukça geniş bir hayal dünyaları vardır. Bir başlangıç noktası verildiğinde, dilediğiniz biyolojik yapıyı elde edene kadar bir hikaye yazabilirler. Bu kabiliyetleri takdire değer olabilir fakat sakınılması gereken yerleri mevcuttur. Diğer insanların gözden kaçırdıkları muhtemel evrimsel yöntemleri düşünmelerine rağmen, kendi senaryolarını tamamen ortadan kaldıracak önemli detayları gözardı etme eğilimindedirler. Ancak bilim gerekli detayları gözardı edemez ve moleküler düzeyde tüm detaylar kritiktir. Eğer moiekü-ler anlamda bir vida veya cıvata kayıpsa, o zaman bütün sistem çöker. Tüycükler eksiltilemez karmaşıklıkta olduklarından, hiçbir evrim süreci veya aşaması bunları oluşturamaz. Böylece tüycüklerin evrim hikayesi dolambaçlı bir yol, hatta başka amaçlarla kullanılmış bazı yöntemleri akla getirmektedir. O halde, hücrenin varolan parçalarını kullanarak tüycüklerin evrimleşme hikayesini biz yazmaya çalışalım.

Başlangıçta mikrotüpler pek çok hücrede bulunabilir ve hücrenin şeklini belirlemek için yapısal destek olarak kullanılırlar. Dahası, motor proteinleri de aynı zamanda başka hücre fonksiyonlarının içinde bulunmaktadır. Örneğin bir hücrenin içinde parçacıkların taşınmasında motor proteinlerinin mikrotüpler boyunca seyahat ettikleri bilinmektedir. Bir noktadan diğerine gitmek için bunları otoyollar şeklinde kullanırlar. Dolaylı bir evrim argümanı, bir noktada pek çok mikrotüpün belki de belirli bir hücre şekli sağlamak için birbirlerine yapıştıklarını ortaya atabilir. Bundan sonra mikrotüplerde normal olarak dolaşan motor protein istemeden iki komşu mikrotüpü itme kabiliyetine sahip olmuştur. Böylelikle

nasıl olduysa hücrenin canlı kalmasını sağlayan bükülme hareketinin oluşmasına neden olur. Daha küçük gelişmeler yavaş yavaş, modern hücrelerde görebileceğimiz tüycükleri meydana getirmişlerdir.

Bu senaryo kadar şaşkınlık verici olan diğer bir şey ise, önemli detayların gözardı edilmiş olmasıdır. Bu dolaylı senaryo için sormamız gereken soru, pek çok evrimci biyolog tarafından sabırsızlıkla karşılanan bir sorudur: Peki bütün bunlar nasıl oluyor?

Diyelim ki, bir fare kapanı yapmak istiyorsunuz. Garajınızda (platform için) bir parça tahta olması gerekmektedir, eski bir saat yayı ve manivela olarak kullanılacak bir parça metal, tutucu kısım için çivi ve yakalayıcı olarak kullanacağınız şişe tıpası. Ancak bu parçalar kapsamlı bir değişim olmadığı sürece çalışan bir fare kapanı meydana getiremeyecektir. Veya değişim aşamaları sürerken bu alet bir fare kapanı olarak çalışamayacaktır. Bu parçaların daha önceki fonksiyonları, onların bu kompleks sistemde rol almalarını engelleyecektir.

Tüycükler konusunda ise benzer problemler vardır. Mikrotüplere istemeden yapışmış ve mutasyona uğramış protein, bu durumda mikrotüplerin hücre içi taşıma için meydana getirdikleri otoyollara engel teşkil edebilir. Ayrıca, mikrotüplere rastgele bir şekilde bağlanan protein, hücrenin şeklini de etkileyecektir. Bu durum gelişigüzel yerleştirilmiş kabloların, binayı destekleyen kirişlerin konumlarını tamamen bozmasına benzetilebilir. Mikrotüpleri güçlendirmek amacıyla bağlanan parçalar, bunların esnek özelliklerini giderebilir. Halbuki neksin esnek yapıdadır. Kontrol altında olmayan bir motor proteini, bir mikrotübe bağlanırken beraber olmaları gereken parçalan ayrıştırabilir. Yeni oluşan tüycük, hücrenin yüzeyinde olmayacaktır. Eğer hücrenin yüzeyinde olmazsa, o zaman içerdeki hareketlenme hücreyi zorlayacaktır. Hücrenin yüzeyinde olsa bile, motor proteinlerin sayısı bu tüycüğü hareket ettirmeye yetmeyecektir. Tüycük hareket etse bile ani bir itme gücü, hücreyi hareket ettirmeye yeterli olmayacaktır. Hücre hareket etse bile, bu enerjiyi kullanan fakat hücrenin hiçbir ihtiyacını karşılamayan düzensiz bir hareket olacaktır. Tüycüğün gelişimi için bir adım atana kadar sayısı yüze varan problemin çözümlenmesi gerekecektir.

BİRİLERİ BİLMELİ

Hücrenin tüycükleri, farklı alanlardan birçok bilimadamını hayrete düşüren ilginç bir yapıya sahiptir. Boyutunun ve yapısının düzeni biyo-

kimyacıların ilgisini çekmiştir, hareketin dinamizmi biyofizikçileri etki-
lemiştir, farklı parçaların görevleri için kodlanmış pek çok genin varlığı da, moleküler biyologların zihnini karıştırmıştır. Fizikçiler dahi bunların üzerine yoğunlaşmıştır, "çünkü bu tüycükler tıbbi açıdan da önemlidirler: bazı enfeksiyonlu organizmalarda meydana gelirler ve akciğerlerdeki tüycükler genetik bir hastalık sonucu faaliyetlerini yitirirler. Profesyonel literatürde hızlı bir elektronik araştırma yapıldığında, son birkaç yıldır var olan binlerce makalede, "tüycük" kelimesinin birçok kereler kullanıldığını göstermiştir. *Science, Nature, Proceedings of National Academy of Sciences, Biochemistry, Journal of Biological Chemistry, Journal of Molecular Biology, Celi* ve daha nicelerini de içine alan neredeyse tüm büyük biyokimya dergilerinde aynı konuya değinilmiştir. Son yıllarda tüycüklerle ilgili neredeyse 10.000 kadar makale, araştırma yayınlanmıştır.

Bu tüycükler üzerine pek çok kitap yazılmıştır. Peki, madem tüycükler farklı alanların ilgisini çekmektedir ve madem evrim teorisinin tüm modern biyolojinin temeli olduğu söylenmektedir, o halde tüycüklerin evriminin profesyonel literatürde sayısız yazının konusu olması beklenebilir. Aynı zamanda, bazı detayların açıklanması diğerlerine göre zor olduğundan bilimin bu yapıların nasıl evrimleştiğine dair bir açıklaması olması gerekir. Bu durumda geçirdiği her aşama, başlangıçta karşılaştığı problemler, bu problemleri giderme yöntemleri, bu kirpiksi sistemin yüzme sistemi olarak etkinliği – bu konuların tamamı üzerinde çalışılmış olması gerekir. Son yıllarda tüycüklerle ilgili evrim sürecini açıklayan dikkate alınabilecek yalnızca iki makale bulunmaktadır. Fakat tahmin edilebileceği gibi, bu iki makale de birbirleriyle anlaşamamakta ve bu tip bir evrimin izleyeceği yol hakkında farklı fikirler sergilemektedir. Ancak bu gazeteler ne can alıcı detayları tartışıyorlardı, ne de tüycüklerin veya daha önceki örneğimizdeki fare kapanının faydasız hale gelmesi gibi, mekanik eksikliklerden meydana gelebilecek ihtimal dahilindeki problemleri incelemiyordu.

T. Cavalier-Smith tarafından yazılan ilk yazı 1978 yılında BioSystem[3] adlı bir dergide yer aldı. Fakat yazının içeriğinde, bu yapıya sahip olmayan bir hücrenin nasıl kirpiksi yapılar kazandığını anlatan gerçekçi verilere dayanan bir açıklama yoktu. Bunun yerine yazarın hayal gücüne dayalı olayların sıralandığı bir senaryo anlatılmıştı. Bu hayali senaryonun aşamaları şunlardı; "flagella (uzun tüycüklere denir) öyle karmaşık yapıdadır ki evrimi büyük ihtimalle çok fazla aşama gerektirmiş ol-

malı"; "Tahminlerime göre flagella ilk zamanlarda hücre dışına uzanmamaktaydı, fakat küçük çıkıntılar şeklindeydi"; "organizmalar birçok farklı yapılarla evrimleşmiş olmalı"; ve "fototaksis mekanizmalarının da (güneşe doğru hareket etme) flagella ile birlikte evrimleştiği tahmin edilmektedir".

Yukarında alıntılar, evrim biyolojisinin en sık rastlanan özelliklerinden olan belirsiz ifadeleri içermektedir. Rakamsal verilerin eksikliği –organizmanın aktif olarak yüzme hareketine geçişinde öne sürülen aşamalarla ilgili rakamsal tahminler veya hesaplamalar– kirpikçiklerin nasıl evrimleşmiş olabileceği ile ilgili hikayeyi geçersiz kılmaktadır.

Ayrıca, hücre biyolojisi çalışmalarına katkıları bulunmuş bu ünlü bilimadammın aslında yazısını yazarken gerçekçi bir model oluşturmayı hedeflemediğini de eklemeliyim, yalnızca bir kışkırtma hareketi oluşturmaya çalışmaktaydı. Kendi modeli ile diğerlerini etkilemek istiyordu fakat çok şüpheli bir teori olduğu için çevresindekilerin buna eklemeler yaparak geliştirmesi beklentisindeydi. Bu tür bir provokasyon bilim adına fazlaca önem taşımaktadır. Fakat görüldüğü üzere, geçen yıllarda bu model üzerine evrimle ilgili herhangi bir katkı yapılamamıştır.

İkinci yazı ise dokuz yıl sonra Macar bilimadamı Eörs Szathmary tarafından yine *BioSystems* dergisinde yayınlandı[4]. Bu yazı da, birçok yönden bir öncekine benziyordu. Szathmary ise Lynn Margulis'in öne sürdüğü görüşü desteklemekteydi. Buna göre "spirochete" türünde bir bakteri yüzerken yanlışlıkla bir ökaryotik hücreye yapışıvermişti[5]. Fakat anlaşılması zor olan, spirochete denilen bakterilerin kirpiksi yapılardan çok daha farklı bir sistem kullanarak yüzmesiydi. (Daha sonra anlatılmaktadır.) Bunun diğer yüzme sistemine evrimleşerek dönüştüğünü ileri sürmek, kızımın oyuncak balığının adım adım Daru/in yöntemleriyle, Mississippi buharlı gemisine dönüşmesine benzetilebilir. Margulis zaten mekanik detaylarla pek ilgilenmemektedir; sadece bakterilerin ve kirpiksilerin yüzmelerindeki benzerlikler onun dikkatini çekmiştir. Szathmary bundan daha öteye giderek böyle bir senaryoda yaşanabilecek zorlukları da gündeme getirdi. Ve kaçınılmaz olarak onun yazısı da, Cavalier-Smith'inki gibi kelimelerden oluşan az gelişmiş bir senaryodan öteye gidemedi. Ayrıca, yazar ya da diğer bilimadamları için yeni çalışmalara zemin hazırlayamamıştır.

Margulis ve Cavalier-Smith son yıllarda yazılı basında birbirleriyle çekişme halindedir[6]. Her biri diğerinin modelindeki yanlışlıkları gözler önüne sermektedir ve ikisi de haklıdır. Fakat onların başarısızlığının asıl

nedeni, modelleri için mekanik veriler oluşturamamalarıdır. Detaylar olmadan ise, tartışma bilimsellik dışı ve sonuçsuz kalmaktadır. Bilimsel çevreler genellikle her iki modeli de reddetmekte ve yazıları diğer bilimadamlarınca en fazla bir elin parmakları kadar kullanılmaktadır[7].

Kirpikçikler üzerine yapılan bilimsel araştırmalar –ve son yıllarda tüycüklerin nasıl hareket ettiği hakkında bilgimizin artmış olması– kendilerinin bunların nasıl evrimleştiğini bilmemesine rağmen, mutlaka binlerinin bilmesi gerekliliğidir. Fakat profesyonel yayınlarda yapılan araştırmalar bunları haksız çıkarmakta, çünkü bu sorunun cevabını kimse bilmemektedir.

BAKTERİ KAMÇISI

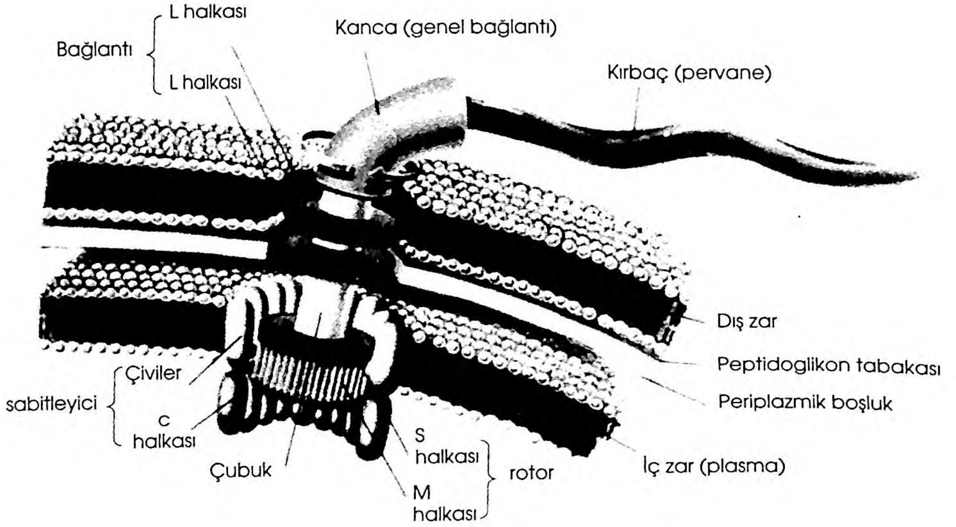
Biz insanlar, genellikle kendimiz hakkında fazla abartılı bir bakış açısına sahip olduğumuzdan, biyolojik dünyayı anlamada zorluk çekebiliriz. Özellikle biyolojik anlamda neyin daha üstün olduğunu, daha ilen bir organizmanın hangisi olabileceğini değerlendirirken; başlangıç olarak kendimizin en üstün olduğunu varsayarız. Tabii ki bu varsayımın ardında insanların tüm hayvanlan kontrolleri altında tutabildiği ve bir dizi felsefi yaklaşım da bulunur. Fakat, eğer diğer organizmalar da konuşabılselerdı, kendilerinin daha üstün olduğunu ifade edeceklerdir. Bu üstün organizmaların arasında bizim en ilkel zannettiğimiz bakteri de bulunmaktadır.

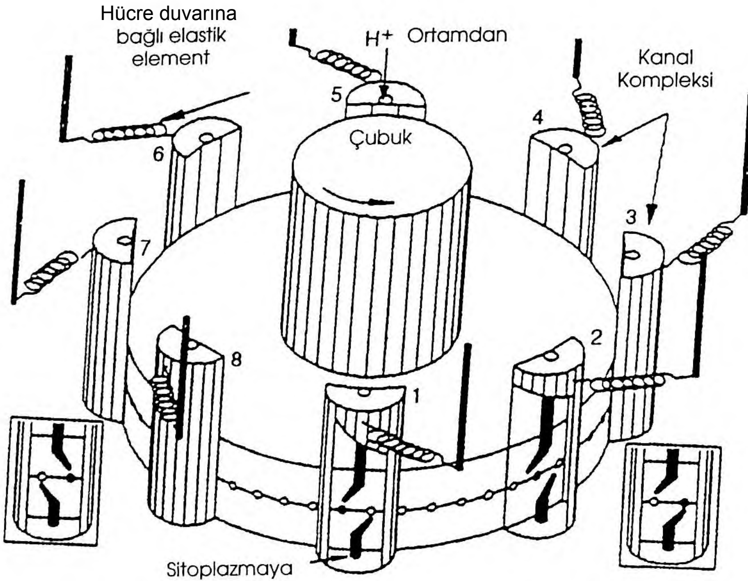
Bazı bakteri türlerinin müthiş bir yüzme aygıtı –kamçısı vardır bu özelliğe hiçbir kompleks hücre sahip değildik. 1973 yılında bazı bakterilerin kamçılarını hareket ettirerek yüzdüğü anlaşıldı. Bakteri kamçısı yönlendirilebilen bir pervane gibi hareket etmekte ve tüycuklerden daha farklı özellikler içermektedir.

☐ Bakteri kamçısının yapısı, kirpikçiklerin yapısından oldukça farklıdır (Şekil 3-3). Flagellum olarak adlandırılan kırbaç, hücre zarına bağlı saça benzer uzun bir tüycüktür. Dıştaki yapı, "flagellin" denilen bir proteinden oluşur. Flagellin lifi, yüzme sırasında suya temas eden kürek görevindedir. Hücrenin yüzeyine yakın bir yerde flagellin lifinin üzrinde ise, flagellumun kalınlığını veren bir yapı vardır. Flagellin lifi bu noktada bağlanır ve bağlantı noktasında bunu sağlayan bir "kanca proteini" bulunmaktadır. Fakat bakteri kamçısının, kirpikçiklere benzer bir motor özelliği bulunmamaktadır. Yani bakteriden koptuğunda, hareketsiz suyun üzerinde kalır. Bu nedenle hareketli kamçıya bu gücü veren başka bir kaynak olmalı–

ŞEKİL 3 - 3

(ALTTA) BAKTERİYEL KAMÇIYA AİT BU ÇİZİMDE LİF, KANCA VE MOTOR YAPILARINI HÜCRENİN İÇ, DIŞ ZARLARINA VE HÜCRE DUVARINA GİZLENMİŞ BİÇİMDE GÖREBİLİRSİNİZ. (EN ALTTA) ASİTLE ÇALIŞAN MOTORA AİT BİR MODEL, ÇİZİMDE MOTORUN NE DERECE KARMAŞIK OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR VE BU DETAY METİNDE ANLATILMAMIŞTIR.





dır. Yapılan deneyler bu kaynağın kamçının tabanında yer aldığını göstermiştir. Elektron mikroskopu altında çeşitli halkamsı yapıların varolduğu gözlenmiştir. Kamçının döngüsel hareketlerinin kaçınılmaz sonuçları vardır, popüler bir biyokimya ders kitabında:

> (Bakterinin hareketli motoru) diğer yüzme aygıtlarıyla aynı mekanik özelliklere sahiptir: bir kumanda (rotor) ve sabit parça (stator).

Şekil 3-3'te rotor M halkası olarak belirtilmiştir ve stator denilen sabit parça da S halkasıdır. □

Bakteri kamçısının dönme hareketi şaşırtıcı ve beklenmedik bir buluştu. Mekanik hareketler oluşturan diğer sistemlerin aksine (kaslar örneğin) bakteriyel motor, hücre içinde ATP gibi bir molekülde saklı hazır enerjiyi kullanmaz. Bunun yerine bakteri zarından gelen bir asit akışından aldığı enerjiyi kullanır. Böyle bir prensiple çalışan bir motorun çok karmaşık bir yapıda olması gerekir ve araştırılacak birçok yönü olduğu da kesindir. Motor için farklı modeller önerilmiş olsa da, bunlardan hiç-biri basit değildir. (Bunlara bir örnek olarak Şekil 3-3'te bir model çizimi gösterilmiştir, okuyucunun bu karmaşıklığı anlamasına yardımcı olacağı umut edilmektedir.)

Bakteri kamçısı bir pervane sistemi kullanır. Bu nedenle diğer yüzme sistemlerinin gereksinimlerini karşılamalıdır. Bakteri kamçısının en az uç parçadan oluşmas. gerektiğinden -kürek, rotor ve motor- eksiltilemez bir karmaşıklığı vardır. Bu nedenle kamçının aşamalı bir evrim surec in-den geçmiş olması, hücre kirpikçiklerinde olduğu gibi imkansızdır.

Bakteri kamçısı hakkında yayınlanmış profesyonel eserlerin geçmiş yıllar içinde sayılan binleri aşmıştır ve kirpikçiklerle ilgili ^eratur gı ı o-dukça zengindir. Aslında bu şaşırtıcı değildir, çunku kamçı mut ış ır ı-yofiziksel olaydır ve aynı zamanda tap biliminde de önem taşımaktadır. Fakat yine burada da, evrimsel açıklamaların yetersizliği göze çarpmaktadır. Bize tüm biyolojinin bir evrim gözlüğüyle incelenmesi gerektiği söylense de, hiçbir bilimadamı bu olağanüstü moleküler makinanın nasıl evrimleştiği ile ilgili bir model ortaya atamamıştır.

DURUM DAHA DA KÖTÜLEŞİYOR

Yukarıdaki bilgilerde kirpikçiğin tubulin, dynein, neksin ve diğer bağ-

lantı proteinlerinden oluştuğunu belirtmiştim. Bu malzemeleri alıp böyle bir yapıya sahip olmayan bir hücreye enjekte ettiğinizde, bunlar faaliyet gösterebilen bir tüycüğe dönüşmezler. Bir hücrenin kirpikçiklere sahip olması için çok daha fazlası gerekmektedir. Detaylı bir biyokimyasal analiz yapıldığında, hücredeki kirpikçikte *iki yüzden daha fazla protein* bulunduğu ortaya çıkmıştır; yani bu yapının içerdiği karmaşıklık bizim tahminimizden çok daha fazladır. Bu karmaşıklığın tüm sebepleri henüz bilinmemektedir ve daha fazla araştırma gerektirmektedir. Diğer proteinlerin bulunamamasının nedenleri arasında kirpikçiğin hücre içinde bağlanacağı başka yapıların da olması; kirpikçiğin elastikiyetinin değişmesi; çarpma hareketinin zamanlamasının değişmesi ve tüycüğe ait zarın güçlendirilmesi bulunmaktadır.

Bakteri kırbacı (flagellum) ise yukarıda söz edilen proteinlerin yanısıra, fonksiyonlarını gerçekleştirebilmek için kırk kadar başka proteine ihtiyaç duymaktadır. Bu proteinlerin görevlerinin tam olarak bilinmemesine rağmen, motoru kapatıp açacak sinyalleri gönderirler; kırbacın hücre duvarına veya zarına saplayacak proteinleri "oynatırlar"; yapının oluşmasında rol oynayan proteinlere yardımcı olurlar; ve flagellumu oluşturan proteinlerin düzenlenmesini sağlarlar.

Kısaca, biyokimyacılar kirpikçik ve kırbaç gibi görünürde basit olan yapıları incelemeye başladıkça, inanılmaz derecede bir karmaşıklıkla karşılaşmışlardır. Bunlar düzinelerce ve hatta yüzlerce ayrı parçadan oluşmaktadır. Aslında bizim burada üzörinden bile geçmediğimiz parçalar, kirpikçiklerin çalışabilmesi için gereklidir. Gerekli parçacıkların sayısı arttıkça, sistemin bir araya getirilmesindeki zorluk da artar ve ortaya atılan dolaylı senaryolar da çıkmaza girer. Danvin de giderek daha çok hata yapmaya başlar. İlgili proteinler üzerinde yapılan çalışmalar, sistemin karmaşıklığını açıklamaya yetmemiştir. Problemin hassasiyeti çözümlenememiş, hatta giderek daha da kötüleşmiştir. Darwin'in teorisi kirpikçik veya kırbaç hakkında bir açıklama yapamamıştır. Yüzme sistemlerindeki karmaşıklık, bunların aslında hiçbir zaman bir açıklama yapamayacağını da göstermektedir.

Evrimci yaklaşımla aşamalı bir gelişmeye ters düşen sistemlerin sayısı arttıkça, yeni bir açıklamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kirpikçik ve bakteri kırbacı, Danvin'e problem çıkaran sistemlerin sadece birkaçıdır. Bundan sonraki bölümde, basit gibi görünen kanın pıhtılaşması konusu ardındaki biyokimyasal karmaşıklığı açıklayacağım.

BÖLÜM 4

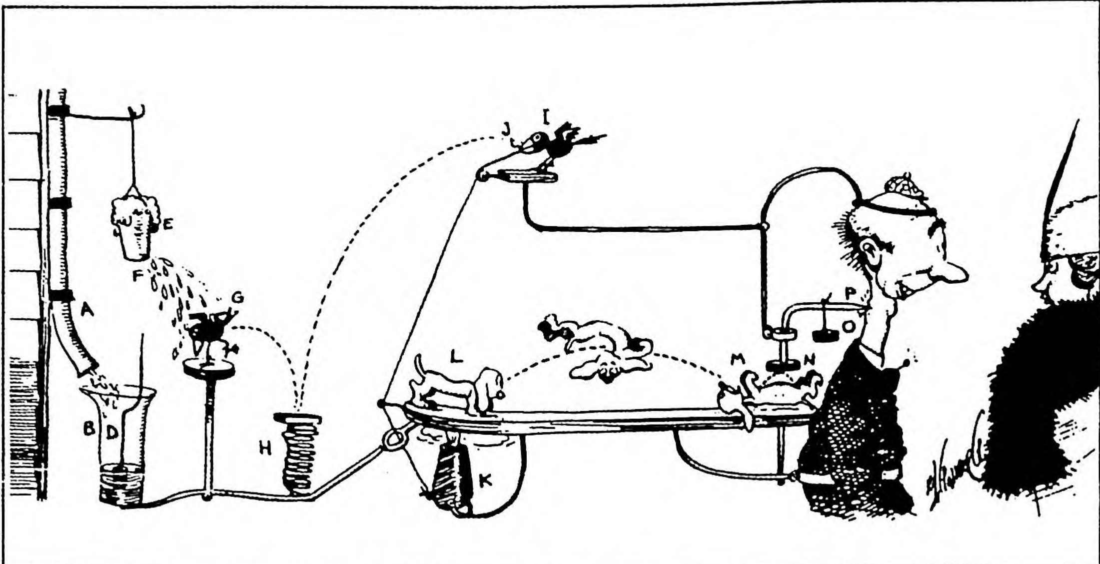
KANDAKİ RUBE GOLDBERG

CUMARTESİ SABAHI ÇİZGİ FİLMLERİ

Çizdiği komik makinalarıyla Amerika'yı kahkaya boğmuş ünlü çizgi film yapımcısı Rube Goldberg'in ismi, kültürümüzün bir parçası olmuştur. (Şekil 4-1) Ben de Rube Goldberg'in makinalarından ilkine, bir Cumartesi sabahı çizgi film seyrederken rastladım. En sevdiğim çizgi film Bugs Bunny'deki yüksek sesli kahraman Foghorn Leghorn her zaman beni güldürmüştür. Birçok bölümde genç ve akıllı bir civcive bakıcılık yapan kalın çerçeveli gözlüğüyle Foghorn Leghorn, dul annesinin alışverişe gitmesini fırsat bilerek maceralara atılmaktadır. Bir noktada Foghorn civcivi rahatsız eder ve ufaklık da ondan bir şekilde öç almak ister. Bir karede küçük civciv kağıdın üzerine birtakım formüller yazar. Bu da onun ne kadar zeki olduğunu gösterir (bu demektir ki formül yazmak için zeki olmanız gerekir) ve öcünü bilimsel anlamda formulasyonlarla almaya and içer.

Bir iki sahne sonra ise Foghorn'u yolda tek başına yürürken görürsünüz, yerde gördüğü parayı almak üzere eğilir. Para ise bir iple, ilerde duran bir çubuğa bağlıdır. Para yerden alındığında, bağlı olduğu ip gerilir ve çubuk aşağı doğru çekilir. Foghorn'un şaşkın bakışları arasında çubuğa bağlı duran top yuvarlanmaya başlar. Top tümsekten aşağı doğru yuvarlanırken, tek ucu havada duran kaydırağın üzerine düşer; böylece ucuna zımpara kağıdı bağlı bir kaya yuvarlanır. Bu yolculuk sırasında zımpara kağıdı kibrite sürter ve topu ateşler. Ateşlenen top patlayarak daha sonra geriye yuvarlanır ve yuvarlanırken birkaç kez kendi çevresinde döner ve içeri düşer. Topun geri düşmesiyle kesici bir parça dönerek hareket etmeye başlar. Bu da bir ipin kesilmesine neden olur ve bağlı durduğu telefon direği düşmeye başlar. Geç olsa da bunu fark eden Foghorn Leghorn, bu müthiş şovu kendisinin başardığını anlar.

ŞEKİL 4-1 RUBE GOLDBERG'İN MAKİNAS1



Su borusundan gelen su (A) damlacıkları, (B) tüpün içine damlar ve mantar (C) su sayesinde yükselir ve iğneyi (D) yukarı kaldırır, iğne kağıt ambalajı (E) deler ve içindeki bira (F) mavi kuşun üzerine dökülür (G) ve bundan zehirlenen kuş yayın (H) üzerine düşer, sonra platformun (I) üzerine sıçrar ve ipi (J) çekerek bunun solucan olduğunu sanıp yemeye kalkar, hareket eden ip topu ateşler (K) ve köpek ürker (L) bu durumda sıçrayan köpek havaya zıplayarak sırt üstü düşer (M), hızlı soluk alması nedeniyle diski yukarı iter (N) ve sonra asılı duran ağırlık nedeniyle (O) eski konumuna gelir - köpeğin sürekli nefes alması kaşıyıcı (P) yukarı aşağı kaldırır ve sivrisinek ısırığını kaşıyarak, bayanla konuşurken herhangi bir utancın yaşanmasına engel olur.

Kaçmak üzere koşmaya başladığında ise telefon direğinin üst ucu kafasına çarpar ve onu toprağın içine doğru batırır.

Bu mekanizmanın işleyişini bir an düşündüğünüzde, eksiltilemez bir karmaşıklığın söz konusu olduğunu görürsünüz. Bu sistem, sonuçta yer alacak asıl fonksiyon için ortaklaşa çalışan çeşitli parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalardan herhangi birinin sistemden çıkartılması, sistemin çökmesine neden olacaktır. Önceki bölümlerde incelenen eksiltilemez karmaşıklıktaki sistemlerin aksine -fare kapanı, ökaryotik kirpikçikler, bakteri kamçısı- çizgi filmde karşımıza çıkan bu sistem birbirine güç uygulayan bir tek sistem şeklinde değildir. Bunun yerine, birinin görevi bittiğinde diğerini başlatan bir sistem şeklinde işlemektedir.

Çizgi sistemin parçaları uzay ve zaman boyutlarında birbirlerinden ayrı olduğu için, bunlardan herhangi biri (telefon direği) sistemin can alıcı noktasını gerçekleştirir (kurbanın kafasına düşer). Sistemin tüm parçaları bu son vuruşu doğru zamanda ve doğru yerde gerçekleştirmek durumunda olduğu için, sistemin karmaşıklığında bir eksiltme olamaz. Direği düşürecek mekanizma bulunmasaydı, Foghorn telefon direğinin önünde bütün gün yürümesine rağmen başına bir şey gelmeyecekti.

Fareyi, mekanik kapanla yakalayabileceğiniz gibi yapışkanlı bir tuzakla da yakalayabilirsiniz. Aynı şekilde Foghorn Leghorn'un kafasına darbe vurmak için başka sistemler de bulunabilir. Foghorn doğru yerde durduğunda, bir beyzbol sopası ile vurabilir veya telefon direğini baltayla düşürebilirdiniz. Hatta daha ileriye gidip direk yerine nükleer bomba, veya silah da kullanabilirdiniz. Fakat bunlardan hiçbiri Darwin'in evrimini başlatacak hazırlık sistemleri değildir. Örneğin paraya bağlı ipin doğrudan topa bağlandığını varsayın, böylece yere eğildiği an bomba patlayacaktır. Bunun gibi daha basit bir sistemin, Darvvinci bir transformasyona uğraması için topun zamanla, aşamalı olarak yerleştirilmesi, yönünün aşamalı olarak oynatılması, ipin bağlantı noktasının değiştirilmesi, sopaya tekrar bağlanması ve diğer parçaların da devreye sokulması gerekir. Fakat bu durumda, Darwin'in aşamalı evrimi gerçekleşirken, sistem kesinlikle İşleyemeyecektir.

Rube Goldberg sistemleri her zaman insanın yüzüne bir kahkaha kondurur; izleyici karmaşık düzeneği incelerken, ince espriye güler ve bundan zevk alır. Fakat bazen böyle karmaşık bir sistem daha ciddi bir amaç için kullanılabilir. O zaman espri kaybolur ve parçaların detaylı bir şekilde birbirlerine sağladıkları uyum ve düzen hayranlık verir.

Biyokimyasal sistemler üzerinde çalışan modern biyokimyacılar, bu-

na benzer birçok Rube Goldberg sistemine rastlamışlardır. Çizgi filmde yer alan ip, sopa, top, kaydırak, kaya, zımpara kağıdı, kibrit, ateşleyici, top, gülle, ip ve telefon direği gibi parçaların yerine; biyokimyasal sistemlerde "plazma tromboplastin" veya "yüksek moleküler ağırlıkta kininojen" gibi parçalar yer alır. Fakat içteki denge ve hassas uyum her ikisinde de vardır.

SÜT KUTULARI VE KESİLEN PARMAKLAR

Charles Darwin, Galapagos Adaları'nın kayalıklarında dolaşırken -kendi adını alacak ispinozları incelerken- mutlaka elini kesmiş veya dizini yaralamış olmalı. Genç bir maceracı olan Daru/in, herhalde bunun üzerinde pek fazla durmamıştır. Bir adada araştırma yapan bilimadamları için acı, hayatın gerçeği sayılır ve işlerin tamamlanması gerekiyorsa bunu dikkate bile almamak gerekir.

Sonunda akan kan duracak ve açık yara iyileşecektir. Darwin bunu fark etseydi, aslında neler olup bittiği hakkında pek fazla şey söyleyemeyecekti. Kanın pıhtılaşma sistemini bilmediğinden altında yatan mekanizmaların neler olabileceğini bile tahmin edemezdi; zaten moleküler düzeyde hayatın mekanizmalarının açıklanması için yüz yıl geçmesi gerekiyordu. Darvvin entelektüel ve yeni şeyler düşünen bir insandı fakat onun da kimse gibi geleceği görebilme yeteneği yoktu.

Kan çok değişik bir davranış biçimine sahiptir. Sıvı içeren bir kap -süt kutusu, petrol dolu bir varil- sızıntı yaptığında, içerdiği sıvı dışarıya akar. Akış hızı sıvının yoğunluğuna bağlıdır (örneğin tatlı bir şurup, alkolden daha yavaş akacaktır); fakat sonuçta tamamıyla dışarı boşalacaktır. Buna hiçbir şey karşı koyamaz. Fakat bunun aksine insanın bir yeri kesildiğinde ve bir süre yara kanadığında, bir pıhtı bu kanamayı durduracaktır. Pıhtı zamanla sertleşerek yaranın iyileşmesine yol açacaktır. Kanın pıhtılaşmasına o kadar alışkınızdır ki, buna dikkat bile etmeyiz. Biyokimyasal araştırmalar, aslında kanın pıhtılaşmasının çok karmaşık ve bağımsız proteinlerin ortak bir çalışması olduğunu göstermiştir. Bu sistemin parçalarından herhangi birinin eksilmesi veya zarar görmesi sistemin işleyişini durduracaktır: kan doğru zamanda veya doğru yerde pıhtılaşmayacaktır.

Bazı işlevlerin hata kabul etmeme gibi bir özelliği vardır. Örneğin, uçak yolculuğunda beni en çok heyecanlandıran yere iniş anıdır. Bunun nedeni havaalanının çevresindeki evlerin ve okulların çok yakınından

geçmek zorunda olduğumuz ve bunun sonucunda yolun sonunda mutlaka durulması gerektiğidir. Birkaç yıl önce LaGuardia Havaalanı'na inen bir uçak pistten çıkarak Long Island'da birçok kişinin ölümüne neden oldu. Gazetelerde de buna benzer haberleri sık sık duyarız. Eğer pistler bir mil yerine, yirmi mil uzunlukta olsaydı belki kendimi daha güvenlikte hissedecektim.

Uçağın piste inişi, bir felaketin engellenmesi için çok hassas ve ciddi uygulamaların yer aldığı sistemlere bir örnek olabilir. Wright kardeşler bile piste inerken iyice düşünmek zorunda kalmışlardır. İniş sırasında mesafeyi biraz uzatmak veya kısaltmak, biraz aşağı veya yukarı gitmek, uçağı ve yolcuları tehlikeye sokacaktır. Fakat otomatik pilota bağlı bir uçağı yere indirmenin güçlüğünü düşünün –bilinçli bir kullanıcı olmadan! Kanın pıhtılaşması bir otomatik pilottur ve son derece hassas bir çalışma gerektirir. Kan basıncı arttırılmış bir dolaşım sistemi delindiğinde, canlının kanamadan ölmemesi için pıhtının hemen oluşması gerekir. Eğer pıhtı yanlış zamanda yanlış yerde oluşursa, pıhtı kan dolaşımını engelleyebilir ve sonuçta kalp krizleri ve bayılmalar yaşanır. Ayrıca, kanın yaranın üzerinde boylu boyunca oluşması ve yarayı mühürlemesi de gereklidir. Fakat en önemlisi pıhtı sadece yara üzerinde kalmalıdır. Yoksa canlının tüm kan dolaşımı pıhtılaşarak sertleşecek ve onu öldürecektir. Bu nedenle kanın pıhtılaşması sıkı bir denetim altında tutulmalı ve pıhtı doğru zamanda, gerekli yerde oluşmalıdır.

YAMA İŞİ

Önümüzdeki sayfalarda kan pıhtılaşma oyununda oynayan proteinlerin rolleri ve başarıları hakkında bilgi sahibi olacaksınız. Bir spor takımının üyeleri gibi bazı oyuncuların garip isimleri vardır. Eğer proteinlerin rolleri ve isimleri aklınızdan uçup giderse, sakın endişelenmeyin –çünkü buradaki amaç sizin ezber yeteneğinizi ölçmek değil. (Ayrıca, Şekil 4-3'te isimler ve ilişkileri verilmiştir.) Bunun yerine size kanın pıhtılaşmasındaki karmaşıklık hakkında bilgi vermeyi ve bunu kendinizin tecrübe ederek hissetmenizi amaçlıyorum. Daha sonra bunun aşama aşama olup olamayacağına siz karar verirsiniz.

☐ Kan plazmasındaki proteinlerin yüzde 2 veya 3'ü (plazma, kanın alyuvarlar alındıktan sonraki halidir) *fibrinojen* denilen karmaşık bir proteinden oluşur*. Fibrinojen ismini hatırlamak kolay olacaktır, çünkü bu protein, pıhtının oluşması için "fiber" denilen

lifçikler oluşturur. Fibrinojen, pıhtı malzemesinin durağan halidir. Foghorn Leghorn hikayesindeki telefon direği gibi, fibrinojen de harekete geçmeyi bekleyen bir silahtır. Kanın pıhtılaşmasında rol alan diğer proteinlerin neredeyse hepsi, pıhtının zamanlaması ve konumlandırılmasıyla ilgilidir. Bu tekrar, çizgi filmdeki örneğe çok benzer: telefon direğinin düşmesinin sağlanmasında, diğer tüm parçaların rolü olmaktadır.

Fibrinojen altı protein zincirinden oluşur ve üç farklı proteinin çift eşlerini içerir. Elektron mikroskobunda, fibrinojenin bir çubuk şeklinde olduğu görülmüştür. Bu çubuğun her iki tarafında yuvarlak bombeler ve orta tarafında da bir bombe bulunmaktadır. Fibrinojen bu nedenle daha çok tam orta yerinde de bir ağırlık duran halteri andırmaktadır.

Tuzun okyanusta erimesi gibi, fibrinojen de normalde plazma

ŞEKİL 4-2
FİBRİN PROTEİNİNİN OLUŞTURDUĞU AĞA YAKALANMIŞ BİR KAN HÜCRESİ.



içinde erir. Yalnızca kendi işleriyle ilgileniyormuşçasına etrafta yüzer ve kanayan bir yara veya kesik ile karşılaşana kadar buna devam eder. Daha sonra trombin adındaki başka bir protein, fibrinojenin protein zincirindeki üç halkadan ikisini dilimler. Kesilen protein –şimdi fibrin olarak adlandırılmaktadır[2] dış yüzeyinde yapışkan parçalara sahiptir. Bu yapışkan parçalar diğer fibrin moleküllerine tam uyacak şekilde düzenlenmiştir. Bu uyumlu yapışkan parçacıklar, çok sayıda fibrinin birbirine yapışarak bağlanmasını sağlar, 3.Bölümdeki tubulin–ton balığı konservelerini hatırlayın. Tubulin nasıl sadece yığılarak anlamsız bir yığın oluşturmadıysa, fibrin molekülleri de amaçsız olarak birleşmezler. Fibrin molekülünün şekli nedeniyle uzun zincirler oluşur ve bir diğerinin üzerinden geçerek (balık avlamakta kullanılan ağ gibi) kan hücrelerini yakalayan bir ağ sistemi oluşturulur. Bu ilk pıhtıdır (Şekil 4–2). Bu ağ sistemi minimum protein ile oluşarak tasarruf sağlar, eğer yığılarak pıhtı oluşturulsaydı çok daha fazla proteine ihtiyaç duyulacaktı.

Fibrinojenden parçalar kesen trombin ise, Foghorn Leghorn çizgi filmindeki dairesel bıçkıya benzer. Bıçkı gibi, trombin de kontrol altındaki bu işleme son noktayı koyar. Fakat ya bu bıçkı mekanizması kontrolsüz olarak durmaksızın işleseydi? Bu durumda telefon direğine bağlı duran ip ilk anda kesilecek ve Foghorn görüş sahasına girmeden olanlar olacaktı. Benzer şekilde, kanın pıhtılaşmasında rol oynayan proteinler sadece trombin ve fibrinojen olsaydı, süreç kontrolden çıkardı. Trombin çabucak fibrinojeni, fibrine dönüştürecek ve hayvanın kan dolaşımında yığ11"* yiğ11"1 kan P1 tıları oluşacaktı. Çizgi karakterlerin aksine, gerçek hayatta hayvanlar hemen ölecektir. Böyle üzücü sonuçlarla karşılaşmamak için, bir organizmanın trombinin faaliyetlerini denetim altında tutması gerekir.

ŞELALE

□ Vücut genellikle daha sonra kullanmak üzere aktif olmayan enzimleri depolar (enzimler kimyasal bir reaksiyonu harekete geçiren proteinlerdir, fibrinojenin kesilmesinde olduğu gibi)– Bu aktif olmayan enzimlere, proenzim denir. Belirli bir enzimin gerekli olduğuna dair bir sinyal alındığında, ilgili proenzim harekete geçerek gerçek bir enzim oluşturur. Fibrinojenin fibrine dönüşmesi gi-

bi, proenzimler de kendi üzerinde belirli bir noktadan bir parçanın kesilmesiyle olgun bir enzime dönüşürler. Bu strateji genellikle sindirimle ilgili enzimlerde kullanılmaktadır. Büyük miktarda aktif olmayan enzim depolanır ve bir sonraki öğünün gelişiyle hemen harekete geçer.

Trombin genelikle aktif olmayan, protrombin halinde mevcuttur. Aktif olmadığı için protrombin, fibrinojeni kesemez ve böylece canlı, kontrolsüz bir pıhtılaşmanın ölümcül etkilerinden korunmuş olur. Fakat buradaki kontrolün sırrı hâlâ çözülememiştir. Eğer çizgi filmdeki bıçkı da aktif olmasaydı, telefon direği yanlış zamanda düşmezdi. Eğer bıçkıyı hiçbir şey harekete geçirmezse, bu durumda ip asla kesilemeyecektir; yani telefon direği de doğru zamanda düşemez. Fibrinojen ve protrombin, kanın pıhtılaşması sisteminde kullanılan proteinlerin tamamı olsaydı canlının durumu herhalde pek iyi olmazdı. Hayvan yara aldığında amaçsızca dolaşan protrombin fibrinojenin yanından geçip gidecek ve canlı kan kaybından ölecekti. Protrombin fibrinojeni keserek fibrine dönüştüremediğinden, protrombini harekete geçirecek bir mekanizmaya ihtiyaç vardır. Belki de okuyucu kanın pıhtılaşma sistemine neden şelale dediğimizi daha iyi anlayabilir – çünkü bu sistemde bir parça diğerini harekete geçirir ve bu böyle devam eder. Her şey karmaşık hale gelmeye başladığından, gelişmeleri Şekil 4-3'teki çizimden takip etmeniz faydalı olacaktır.

Stuart faktörü denilen bir protein de protrombini keser ve onu aktif trombine dönüştürür. Ancak bu şekilde trombin, fibrinojeni fibrine dönüştürür ve kan pıhtısını oluşturur.[3] Fakat ne yazık ki, tahmin edebileceğiniz gibi Stuart faktörü ve protrombin ile fibrinojen, kanın pıhtılaşmasında rol oynayan tek proteinler olsaydı; Stuart faktörü şelale etkisini hemen başlatacak ve organizmanın kanını kurutacaktı. Bu nedenle Stuart faktörü de kanda aktif durumda bulunmamaktadır ve harekete geçmesi için aktifleştirilmesi gerekmektedir.

Bu noktada aklımızı karıştıran bir yumurta-tavuk senaryosuyla karşı karşıya kalırız. Aktif durumdaki Stuart faktörü bile protrombini harekete geçirmeye yeterli değildir. Stuart faktörü ve protrombini bir test tübüne koyup karıştırabilirsiniz, fakat bu sırada trombin oluşana kadar canlı kanamadan ölüp gidecektir. O halde görülmektedir ki, akselerin adında başka bir protein Stuart faktörünün harekete geçmesi için gereklidir. Dinamik ikili -akselerin ve aktif Stuart faktörü- protrombini hemen keser ve hayvanın kana-

ması durdurulur. Yani, bu aşamada bir proenzimi aktifleştirebilmek için, iki ayrı proteine ihtiyaç duyulmaktadır.

Evet, akselerin de başlangıçta aktif olmayan proakselerin durumundadırlar. (derin bir nefes alabilirsiniz). Peki onu ne aktifleştirir? Trombin! Fakat trombin hatırlayacağınız gibi bu şelalede, proakselerinin durduğu yerden daha aşağıdadır. Bu durumda akselerin üretiminde rol oynayan trombin, torunun anneannenin doğumundan önce varolmasına benzer. Ne var ki, Stuart faktörünün protrombini çok yavaş bir hızda kesmesi nedeniyle, kanda her zaman bir miktar trombin bulunmaktadır. Kanın pıhtılaşması bu nedenle *otomatik-kataliz* özelliğine sahiptir, çünkü şelaledeki proteinler aynı proteinlerden daha fazla'üretilmesini de sağlar.

ŞEKİL 4-3
KAN PIHTILAŞMA ŞEMASI İSİMLERİ NORMAL FONTLARLA GÖSTERİLEN PROTEİNLER. PIHTI OLUŞUMUNU DESTEKLEMEDE GÖREV ALIR. İTALİK FONTLARLA İSİMLERİ YAZILAN PROTEİNLER İSE ENGELLEMEDE, YERİNİ BELİRLEMEDE VE KAN PIHTILARIN KALDIRILMASINDA GÖREV ALIR. ÇİZGİ İLE BİTEN OKLAR, ENGELLEMEDE, YERİNİ BELİRLEMEDE VE KAN PIHTILARININ KALDIRILMASINDA ROL OYNAYAN PROTEİNLER BELİRTİLMİŞTİR.



Burada biraz geriye gitmemiz gerekir, çünkü hücrede oluşturulan protrombin, aktif durumdaki Stuart faktörü ve akselerin olmasına rağmen trombine dönüşmemektedir. Protrombin öncelikle değiştirilmelidir (Şekil 4-2'de gösterilmemiştir) ve bunu yaparken on çeşit aminoasit artık oluşturur. Glutamat (Glu) maddesi, g-carboksiglutamat (Gla) maddesine dönüşür. Bu değişim, alt çeneye bir üst çene eklemeye benzer. Tamamlanan yapı ısırabilir ve dişlerin arasında bir nesneyi tutabilir; fakat alt çene olmadan bu yapılamazdı. Protrombinde ise Gla artıkları kalsiyumu "ısırır" (bağlanır) ve böylece protrombin hücrelerin dış yüzeylerine yapışabilir. Sadece bu değişime uğramış kalsiyum-protrombin İkilisi hücre zarına bağlanmış durumuyla, Stuart faktörü ve akselerin tarafından aktifleştirilerek trombine dönüştürülebilir.

Protrombinin değiştirilmesi bir kaza eseri değildir. Tüm biyokimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi bunu yapacak özel bir enzime ihtiyaç vardır. Bu enzimin yanısıra, Glu maddesinin Gla'ya çevrilebilmesi için de K vitamini gereklidir. K vitamini bir protein değildir, fakat görme için gerekli olan 11-cis-retinal gibi (l.Bölüm'de anlatılmıştı) küçük bir moleküldür. Mermilere gereksinimi olan bir silah gibi, Glu'yu Gla'ya dönüştüren enzimin de K vitaminine ihtiyacı vardır. Kan pıhtılaşmasında, K vitaminin oynadığı role benzetilerek bir tür fare zehiri oluşturulmuştur. Wisconsin Araştırma Vakfı tarafından K vitaminine benzeyecek şekilde oluşturulan "vvarfarin" adı verilen bu sentetik, varlığında, enzim protrombini değiştirememektedir. İçinde vvarfarin olan bir yiyecekle beslendiğinde, farelerdeki protrombin değişemez ya da kesilemez, böylece bunu yiyen hayvan kanama sonucu ölür.

Fakat yine de pek fazla gelişme kaydettiğimiz söylenemez - şimdi geriye dönüp Stuart faktörünü neyin harekete geçirdiğini araştırmalıyız. Bunun iki farklı yoldan başarılabilmesi mümkündür, iç ve dış yöntemlerle. İçteki yöntemde pıhtılaşma için gerekli olan tüm proteinler kan plazmasında yer alır; dıştaki yöntemde ise bazı pıhtılaşma proteinleri hücrelerin içindedir. Şimdi ilk olarak iç yöntemi inceleyelim. (Lütfen Şekil 4-3'ü takip ediniz.)

Bir hayvan yaralandığında, yaranın yakınındaki hücrelerin yüzeyinde Hageman faktörü denilen bir protein açığa çıkar. Hageman faktörü daha sonra HMK adlı başka bir protein tarafından kesilir ve aktif duruma gelir. Aktifleşen Hageman faktörü, başka bir protein olan prekallikreini aktif hale sokar ve kallikreine dönüştürür. Kallikreinin varlığı ise, HMK'yı hızlandırarak daha çok

Hageman faktörünün aktifleştirilmesini sağlar. Aktif Hageman faktörü ve HMK, birlikte konvertin proteinini harekete geçirerek Christmas faktörü denilen proteini de aktifleştirir. Sonuç olarak, aktif durumdaki Christmas faktörü ve antihemofili faktörü, Stuart faktörünü aktif haline getirir.

İçteki yöntem gibi, dıştaki yöntem de bir şelaleyi andırmaktadır. Dış yöntem ise prokonvertin denilen proteinin, aktif Hageman faktörü ve trombin ile birlikte konvertine dönüştürülmesiyle başlar. Başka bir proteinin varlığında ise, doku faktörü gibi, konvertin Stuart faktörünü aktif forma sokar. Doku faktörü genellikle hücrelerin kanla temas etmeyen dış kısımlarında bulunmaktadır. Bu nedenle yalnız yaralanma durumlarında doku kanla temas eder ve dış yöntem uygulamaya geçer. (Bu durumda bir kesik, Foghorn Leghorn'un yerden parayı alması etkisini oluşturur -bu hareket şelalenin dışında bir yerdedir.)

İç ve dış yöntemler çeşitli noktalarda kesişirler. İç yöntemle aktifleşen Hageman faktörü, dış yöntemdeki prokonvertini çalıştırabilir. Böylece konvertin iç yöntemi takip ederek, aktif PTA'nın Christmas faktörünü aktifleştirir. Trombin ise iki yöntemi de harekete geçirebilmektedir, çünkü pıhtılaşma şelalesindeki antihemofili faktörünü aktifleştirebilir. Bu durumda Christmas faktörü, Stuart faktörünü dönüştürebilir ve onu aktif hale sokar, ayrıca prokonvertini de aktifleştirebilir. □

Kanın pıhtılaşma sistemini inceledikten sonra, Rube Goldberg'in çizgi makinalarının basitliğini daha iyi anlayabiliyorsunuz.

BENZERLİKLER VE FARKLILIKLAR

Foghorn Leghorn'un karikatürsel düzenekleri ile gerçek yaşamdaki kanın pıhtılaşma sistemi arasında birtakım farklılıklar vardır; bunlar biyokimyasal sistemin yoğun karmaşıklığını göstermektedir. En önemli ayrım, pıhtılaşma şelalesinin, organizma tam olarak katılaşmadan önce bir noktada durması gerektiğidir (bu daha sonra kısaca tarif edilecektir). İkinci fark ise, kanın pıhtılaşmasındaki kontrol yollarının ikiye ayrılmasıdır. Potansiyel olarak, pıhtılaşmayı başlatan iki farklı yol vardır denilebilir. Yaşayan organizmalardaki iki yolun taşıdıkları önem hâlâ tam olarak anlaşılamamıştır. Kanın pıhtılaşmasıyla ilgili deneylerin gerçekleştirilmesi zordur; bazı proteinler -özellikle sistemin ilk basamaklarında yer alanlar- kanda çok az bir süre bulunurlar. Örneğin yüz galon kanda sadece

0,028 gram kadar anti hemofili faktörü içerir. Dahası, pıhtılaşmanın ilk aşamalarında harekete geçirmekle görevli proteinler oluştuğu için, genellikle hangi proteinin görevinin ne olduğu kolaylıkla anlaşılamaz.

Foghorn'un saldırı sistemi ile kanın pıhtılaşma yolu arasında da önemli kavramsal benzerlikler vardır: her ikisi de eksiltilemez derecede karmaşıktır. Bizim tam olarak çözemediğimiz detayları da göz önüne alırsak, kanın pıhtılaşma sistemi tam anlamıyla eksiltilemez karmaşıklık tanımına uymaktadır. Bu temel fonksiyon, kendisi için gerekli olan pek çok farklı parçanın birleşmesinden oluşan tek bir sistemdir ve bu parçalardan bir tanesinin devreden çıkması sistemin işlevinin bozulmasına neden olur. Kanın pıhtılaşma işlevi, yaralanmış kısmın dışına doğru kan akışını durdurmak için doğru yer ve zamanda katı bir bariyer oluşturmak içindir (bilmediğimiz başka nedenleri de olabilir) ve sistemin bileşenleri fibrinojen, protrombin, Stuart faktörü ve proakselerindir. Foghorn sisteminin parçaları, telefon direğinin düşmesini kontrol etmeleri dışında başka bir amaçla kullanılamaz. Aynı şekilde, pıhtılaşma şelalesindeki hiçbir protein kanın pıhtılaşmasının oluşumu dışında başka bir amaç için kullanılmazlar. Ancak, bu bileşenlerden bir tanesinin olmaması durumunda, kan asla pıhtılaşmayacak ve sistem çökecektir.

Yaradan kanın akışını durdurmanın başka yolları da vardır. Ancak bu yollar pıhtılaşma şelalesinin öncesinde yer alan yönlendiriciler değildir. Örneğin, kesik bölgenin yakınındaki kan akışını durdurmaya yârdım etmek, vücut kan damarlarını büzebilir. Aynı zamanda platelet denilen kan hücreleri kesik bölgeye yapışarak küçük yaralar için bir tıpa görevi görürler. Ancak bu sistemler zamanla gelişerek kanın pıhtılaşması için bir sisteme dönüşmüş olamazlar. Bunu iddia etmek, yapışkanlı bir fare tuzağının zaman içinde mekanik bir fare kapanma dönüştüğünü söylemeye benzer.

En basit kan pıhtılaşma sistemi düşünüldüğünde, bir yerinde yaralanma olan bir organizmada rastgele o bölgeye gelen bir tür proteinin birikmesi akla gelebilir. Bunu tam ortasından kesildiği halde dengede durabilen bir telefon direğine benzetebiliriz. Bu denge Foghorn Leghorn'un yürürken çıkardığı titreşimlere bağlıdır. Rüzgar veya diğer faktörler direği kolayca devirebilir. Direğin devrilebileceği bir yön belirlenmemiştir. Benzer şekilde, en basit bir pıhtılaşma sistemi bile uygun şekilde başlatılmadığında vücuda zarar verecek ve kaynaklarını tüketecektir. Ne en basit karikatür, ne de pıhtılaşma "sistemleri" minimum fonksiyon kriterini karşılayamaz. Rube Goldberg'in sistemlerinde en son gerçekleşen faaliyet problem değildir (telefon direğinin devrilmesi, pıh-

tının oluşması gibi); asıl problem kontrol sistemidir.

Kanın pıhtılaşma sisteminin gerçekte olduğundan çok daha kolay olduğunu düşünebilirsiniz – yani şelalenin işlemesiyle Stuart faktörünün fibrini meydana getirmek için trombinin üzerinden geçerek fibrinojeni kesmesinden daha basit. Pıhtılaşmanın kontrol ve zamanlama özelliklerini bir kenara bırakırsak bile, kolaylaştırılmış bir sistemin çok daha karmaşık bir sisteme çeşitli aşamalarla evrimleşerek dönüşemeyeceğini hemen anlayabiliriz. Eğer trombinin bulunmadığı bir sisteme yeni bir protein dahil edilirse, sistem ya hemen çalışacaktır –ki bu hemen ölüm demektir– ya da hiçbir şey yapmayacaktır. Peki bunlardan hangisi doğal seleksiyon sonucu başarılı olmuş olabilir? Her ikisi de organizmanın ölümü ile sonuçlanacaktır. Şelalenin yapısından dolayı, yeni protein hemen düzenlenmelidir. En başından itibaren şelaleye yeni bir adım eklenmesi demek, bir proenzim ve onu aktif hale getirecek bir enzimin de sisteme dahil olması anlamına gelir. Böylece proenzim, enzimi doğru zamanda ve doğru yerde harekete geçirmelidir. Her adımın çeşitli parçalara ihtiyacı olduğundan, kanın pıhtılaşma sistemi eksiltilemez karmaşıklıktadır ve aslında her adımı bu özelliği taşımaktadır.

Sanırım, kanın pıhtılaşma sistemine en iyi örnek kanallardır. Panama Kanalı gemilerin, Pasifik Okyanusundan Karayib Denizine geçmelerini sağlamaktadır. Kara seviyesi, deniz seviyesinden daha yüksek olduğundan havuz içindeki su, gemiyi yoluna devam edebileceği bir seviyeye kadar kaldırır. Daha sonra, başka bir havuz gemiyi bir sonraki seviyeye yükseltir ve diğer taraftaki havuzlar gemiyi suyun seviyesine indirirler. Her havuzda gemiyi indirecek veya yükseltecek suyu tutan kapılar vardır. Burada aynı zamanda havuzu doldurmak veya boşaltmak için gerekli olan savak veya su pompası bulunmaktadır. Başlangıçtan itibaren her havuzda bulunması gereken iki şey vardır –bir kapı ve »vak– aksı takdirde çalışmazlar. Sonuç olarak kanaldaki her havuz eksiltilemez bir karmaşıklığa sahiptir. Aynı şekilde, kanın pıhtılaşma sisteminin her kontrol noktasında aktif olmayan bir enzim ve onu harekete geçirecek bir başka enzime ihtiyaç vardır.

HENÜZ BİTMEDİ

 Pıhtılaşma bir kez başladığında, hayvanın sahip olduğu kanın tamamı katılaşana kadar pıhtılaşmasını engelleyecek faktörler nelerdir? Pıhtılaşma çeşitli nedenlerden dolayı sadece yaranın bulunduğu bölgeyi kapsar. (Şekil 4-3'e bakınız) Öncelikle, antitrom-

bin denilen plazma proteini aktif pıhtılaşma proteinlerine (aktif olmayanlar değil) bağlanır ve onları aktif olmayacakları hale getirir. Eğer heparin adı verilen bir maddeye bağlanmazsa, antitrombin de aktif değildir. Heparin zarar görmemiş kan hücrelerinin ve damarların içinde oluşur. Pıhtılaşmanın lokalize olduğu ikinci yol C proteinin hareketleri doğrultusundadır. Trombin tarafından aktif hale getirildikten sonra C proteini, akselerini ve aktif antihemofili faktörünü yok eder. Sonuçta, trombomodulin adı verilen bir protein kan damarlarının içindeki hücrelerin yüzeyinde sıralanır. Trombomodulin trombine bağlanır, trombinin fibrinojeni kesme kabiliyetini azaltır ve aynı zamanda C proteinini aktif hale getirme kabiliyetini arttırır.

Pıhtı ilk olarak oluştuğunda, oldukça hassastır: eğer yara alan bölge bir darbe alırsa, pıhtı kolayca zarar görebilir ve kanama tekrar başlar. Bunu önlemek için, vücudun pıhtıyı güçlendirme metodu vardır. Birikmiş fibrin, aktif hale getirilmiş bir protein olan FSF -"fibrin stabilizasyon faktörü" (fibrin sabitleme faktörü)- tarafından "birbirine bağlanır." FSF, farklı fibrin molekülleri arasında karşılıklı kimyasal bağlar meydana getirir. Sonuçta yara iyileştikten sonra pıhtı ortadan kaldırılmalıdır. Plazmin denilen bir protein, özellikle fibrin pıhtılarını kesmek için bir makas görevi görür. Neyse ki, plazmin fibrinojen üzerinde etkin değildir. Ancak plazmin çok hızlı hareket edemez, fakat bu sayede yaranın tamamen iyileşmesi için zamanı olur. Bu nedenle plazminojen adı verilen aktif olmayan bir form içinde meydana gelir. Plazminojenin plazmine dönüşümü ise t-PA adı verilen bir protein tarafından sağlanır. Pıhtının çözülmesini kontrol eden başka proteinler de vardır. Bunların arasında, plazmine bağlanan ve fibrin pıhtılarını bozmasını engelleyen a2-antiplazmin bulunmaktadır. O

Foghorn Leghorn'un meydana getirdiği çizgi makine mükemmel bir plana, zamanlamaya ve kendisini oluşturan pek çok bileşiğin yapısına bağlıydı. Eğer dolar banknotuna bağlanan ip çok uzun olsaydı veya top hizalanmasaydı, bu durumda bütün sistem çökerdi. Aynı şekilde pıhtılaşma şelalesi, farklı reaksiyonların zaman ve hızına bağlıdır. Eğer trombin, prokonvertini yanlış zamanda aktif hale getirirse hayvanın kanı katılaşabilir; eğer proakselerin veya antihemofili faktörü çok yavaş aktif olursa ölüme yol açabilir. Eğer trombin C proteinini, proakselerini aktif hale getirdiğinden daha hızlı aktifleştirseydi veya antitrombin kendi olu-

şumu kadar hızlı bir şekilde Stuart faktörünü aktif hale getirseydi, bir organizma tarih içinde yok olacaktı. Eğer plazminojen kanın pıhtılaşması üzerine hemen aktif hale geçseydi, bu durumda pıhtıyı hemen çözecek ve sistemin işleyişini bozacaktı.

Bir kan pıhtısının oluşması, sınırları, güçlendirilmesi ve ortadan kaldırılması entegre bir biyolojik sistemdir ve tek bir parçadaki problem sistemin çökmesine neden olacaktır. Kanın pıhtılaşma faktörlerinden bazılarının eksikliği veya hatalı faktörlerin üretimi, genellikle ciddi sağlık problemleri ile veya ölümle sonuçlanır. Hemofilinin en bilinen şekli, antihemofili faktörünün azlığından meydana gelir. Antihemofili faktörü, Stuart faktörü aktifleşirken Christmas faktörünü aktifleştirir. Kan pıhtılaşma sistemindeki diğer proteinler de hasar görmüşse, diğer ciddi sağlık problemleri de ortaya çıkabilir. Genellikle kanama hastalıkları pıhtılaşmayla doğrudan ilgisi olmayan FSF, K vitamini, veya oc2-antiplazmin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak, C proteini eksikliği de hatalı pıhtılaşma nedeniyle doğum öncesi ölümlere yol açabilir.

"ÇEVREMİZİ ARAŞTIRALIM"

Bu ultra kompleks sistemin, Darwin teorisine göre gelişmesi mümkün müdür? Pek çok bilimadamı, kanın pıhtılaşmasının nasıl geliştiğim öğrenmek amacıyla fazlaca çaba sarfetmişlerdir. Bir sonraki bölümde^ profesyonel bilim literatüründe kanın pıhtılaşması için yapılan teknik açıklamaların neler olduğunu göreceksiniz. Ama önce, birkaç detaya değinmekte yarar var.

1960'ların başında bazı proteinlerin aminoasit dizilimlerinin., diğer proteinlerin aminoasit dizilimlerine benzer olduğu anlaşıldı. Örneğin, bir protein dizilimindeki ilk on aminoasidi düşünün· Bunlardan birisinin ANLLDGKIVS, İkincisinin ise ANVLEGKIIS olduğunu düşünün. Bu iki sıra, yedi pozisyonda birbirlerine benzemektedirler, üç pozisyonda ise farklıdırlar. Bazı proteinler, yaklaşık yüzlerce benzer aminoasit dizilimine sahip olabilirler. Bu iki protein arasındaki benzerliği açıklayabilmek için, geçmişte ilk genin kendi kendini kopyaladığı söylendi. Buna göre zaman içinde genin iki kopyası bağımsız olarak mutasyonlar geçirmiş ve farklı dizilimlere sahip olmuştu.^ Sonuçta birbirine benzer fakat tıpatıp aynı olmayan aminoasit dizilimlerine sahip proteinler oluşmuştu.

Siyam Kralı bir defasında akıl hocalarından, her türlü zor durum için uygun olabilecek bir atasözü söylemelerini istedi. Söyledikleri atasözü şu oldu: "Bu da geçecek". Evet, biyokimyanın her safhası için de söylene-

bilecek tek şey vardır: "Her şey göründüğünden daha karmaşıktır." 1970'lerde bu söz, genin detaylı olarak açıklanmasıyla doğruluğunu ispatladı. Proteinlerin sol elli olarak kodlanan DNA'ları, sağ elli olanlardan ayrılabiliyorlardı. Bu durumu sözlükteki karnaval kelimesi örneğine benzetebiliriz. Sözlüğe baktığınızda kelimenin "hsıfkarklıonaşşival" olarak yazıldığını görebilirsiniz. Bir gen bir bölgedeyken, diğerleri farklı bölgelerde bulunabilir.

Farklı kodlanmış genler üzerinde yapılan araştırmalar, eski proteinlere ait DNA parçalarını karıştırarak yeni proteinler ortaya atılabileceği hipotezini ortaya attı. Bir kağıt destesinden her defasında farklı kağıtlar seçerek yeni bir eliniz olabileceği gibi. Bu hipotezin savunucuları ise aminoasit dizilimlerindeki benzerlikleri göstermekte ve farklı proteinlerin belirgin parçalarının biçimlerini öne sürmektedir.

Kanın pıhtılaşma şelalesinin proteinleri, yukarıdaki DNA parçalarının karıştırılması hipotezi için genellikle bir delil olarak kullanılır. Parçalanmış gen dilimleri tarafından kodlanan şelale proteinlerinin bazı bölgeleri, aminoasit dizilimlerinde aynı proteinlerin diğer bölgeleri ile benzerlik gösterirler. Aynı zamanda, şelalenin farklı proteinlerinin kesitleri arasında da benzerlik olabilir. Örneğin prokonvertin, Christmas faktörü, Stuart faktörü ve protrombin, bunların hepsi aminoasit dizilimlerinde benzer bölgelere sahiptirler. Buna ek olarak, bütün bu proteinlerde dizilim K vitamini tarafından değiştirilmektedir. Dahası, bu bölgeler başka proteinlerin (pıhtılaşma sisteminde yer almayan proteinler) dizilimleriyle de aynı olabilir ve hatta K vitamini tarafından değiştirilmektedirler.

Dizilimdeki benzerlikler, hepimizin açıkça görmesi içindir ve varlıkları yadsınamaz. Ancak, genin çiftleşmesi ve yer değiştirme hipotezi belli bir proteinin veya protein sisteminin nasıl -yavaş mı, birden mi, doğal seleksiyonla mı, yoksa başka bir mekanizma ile mı- meydana geldiği hakkında hiçbir bilgi vermez. Şu unutulmamalıdır; fare kapanının yayını bir saatinkine benzetebiliriz. Ya da bir manivela, fare kapanının metal kısmına benzetilebilir. Ancak bunların hiçbiri fare kapanının nasıl üretildiği hakkında bize hiçbir bilgi vermez. Bir sistemin Darwin mekanizması ile, aşama aşama meydana geldiğini iddia etmek için, sistemin fonksiyonunun "sayısız, başarılı ve düzenli değişimlerle şekillendirilm"esi gereklidir.

SANAT KONUSU

Şimdi biraz daha ileriye gidebiliriz. Bu bölümde, kanın pıhtılaşması ile ilgili olarak evrimci Russel Doolittle'ın açıklamalarına yer vereceğim.

Kendisi, pıhtılaşma proteinlerinin peşpeşe oluştuğunu söyleyerek bir hipotez ortaya atmıştır. Ancak, sonraki bölümde değineceğim gibi açıklamaları ciddi şekilde yetersizdir, çünkü proteinlerin görünümü ile ilgili olasılıkları hesaplama ve yeni proteinlerin oluşumunu açıklama yönünde hiçbir girişimi yoktur.

San Diego California Üniversitesi'nde, Moleküler Genetik Merkezi'nde biyokimya profesörü olan Russel Doolittle, pıhtılaşmanın evrimi üzerinde çalışmalarda bulunan meşhur bilimadamlarından biridir. Harvard'da yazdığı yüksek lisans tezinde, "Kanın Pıhtılaşmasının Karşılaştırmalı Biyokimyası" (1961) konusunu incelemiştir. Profesör Doolittle daha "basit" organizmalarda, farklı pıhtılaşma sistemlerini inceleyerek memelilerdeki kan pıhtılaşma sisteminin nasıl meydana geldiğini anlamayı umuyordu. Doolittle kendi bilgilerini *Trombosis ve Heamostatis* adında bir dergide yayınladı. Bu dergi, kanın pıhtılaşması üzerine uzmanlaşan profesyonel bilimadamlarına ve doktorlara hitap etmekteydi. Aslında bu dergiyi okuyanlar, kanın pıhtılaşması hakkında dünyada herkesten çok bilgi sahibidirler.

Doolittle makalesine şu soruyu sormakla başlar: "Bu kompleks ve hassasiyetle dengelenen süreç nasıl evrimleşmiş olabilir? Paradoks burada yatıyor, eğer her protein bir başka proteinin aktivasyonuna bağlı ise, bu sistem nasıl meydana gelmiştir? Bu düzen tamamıyla oluşmadan bu sistemin parçalarından biri ne işe yarardı?"

Bu sorular, bu kitabın asıl hedeflerinin kalbine doğru gitmektedir. Bu nedenle, Doolitte'nin makalesini daha geniş incelemeye almak yerinde olacaktır. (Okuyucu Şekil 4-3'e başvurabilir.) Genel olarak okuyucular için daha anlaşılabilir hale gelmesi için alıntıdaki teknik terimlerin bazılarını değiştirdim.

> Kanın pıhtılaşmasında hassas dengelerde bulunan proteaseler, anti-proteaseler ve protease yerine geçen diğerleri bulunur. Genel olarak ileriye yönelik her hareket, arka planda bir karşılığı da beraberinde getirmektedir. Aşamalı evrim sürecine örnek olarak: etki-tepki, nokta-karşı nokta veya iyi haber-kötü haber verilebilir. Ancak benim favorim ying ve yang'dır.
>
> Eski Çin kozmolojisinde, her şey karşıt iki prensip yin ve yang'ın birleşimi sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Yang maskülen prensiptir ve hareketi, yüksekliği, sıcaklığı, ışığı ve kuruluğu somutlaştırmaktadır. Yin ise dişi karşı noktadır ve pasifliği, derinliği, soğuğu, karanlığı ve ıslaklığı temsil eder. İkisinin evliliği, her

şeyin gerçek niteliğini ortaya çıkarmaktadır. Bunun yalnızca bir benzetme olduğunu unutmayın ve omurgalılarda kan pıhtılaşmasının nasıl evrimleşmiş olabileceğine dair yazılan senaryoyu inceleyin. Burada özellikle enzim ve proenzimleri yang, enzim olmayanları da yin olarak tanımladım.

□ *Yin:* Doku Faktörü (TF) EGF alanına bağlanan [başka bir proteine ait] bir genin kopyalanması sonucu ortaya çıkar. Yeni oluşan gen, ancak dokuların zarar görmesinden sonra kan veya lenf sistemi ile bağlantıya geçer.

Yang: Protrombin, protease gen kopyalanması ve genlerin karıştırılması sonucunda EGFye bağlanan eski şekliyle ortaya çıkar. EGF kendine bağlanılabilecek bir bölge konumundadır ve TF tarafından aktivasyonu sağlanabilir.

Yin: Trombin alıcısı, [hücre zarına yapışacak olan proteine] ait genin kopyalanması sonucu harekete geçer. TF tarafından aktif hale getirilen protrombin tarafından kesilmesiyle hücrenin yapısı ve kümeleşmesi etkilenir.

Tekrar Yin: Fibrinojen doğmuştur. Trombin eğilimli [uzatmalı] bir babadan ve [güçlü bir yapıya sahip protein] anneden olan gayrimeşru bir proteindir.

Tekrar Yin: Antitrombin III [benzer ayrıntılara sahip bir proteinin] kopyalanması sonucu aniden ortaya çıkmıştır.

Yang: Plazminojen, eldeki proteaselerin birikmesi sonucu meydana gelmiştir. Fibrine bağlanabilen yapılara sahiptir. Bakteri–ye) proteinlere bağlanarak aktifleşmesi eskiden antibakteriyel fonksiyonları olabileceğini göstermektedir.

Yin: Antiplazmin, [benzer özelliklere sahip bir proteinin] kopyalanması ve değişime uğraması sonucunda meydana gelir, bu antitrombin olabilir.

Yin ve Yang: Aktif hale geçirilebilen trombin [karşılıklı bağlantılı protein] oluşmuştur.

Yang: Doku Plazminojen Aktivatörü (TPA) beliriverir. Çeşitli şekilllerde karıştırılmış parçalar fibrin de dahil olmak üzere, bunların pek çok maddeye bağlanmasını sağlar.

Evlilik: "Gla" nitelikli bir yapıyı almasıyla protrombin değişime uğrar. Kalsiyum ve belirli [eksi yüklü] yüzeylere bağlanma yeteneği ortaya çıkar.

Yin: [Benzer yapıya sahip proteine ait genin] kopyalanması

sonucunda proakselerinin[6] ortaya çıkması ve daha başka [gen parçalarının] kazanılması.

Yang: Stuart faktör ortaya çıkar, içinde gla bulunan protrombinin bir kopyası olarak ortaya çıkar, bunun proakselerine bağlanması protrombinin aktivasyonunu beraberinde getirecektir. Bu aktivasyon TF tarafından meydana getirilen aktivasyondan bağımsızdır.

Tekrar Yang: Prokonvertin, Stuart faktöründen kopyalanır. Fibrine daha iyi bağlanabilmesi için protrombini serbest bırakır. Doku faktörüne bağlandığında, prokonvertin, Stuart faktörünün [keserek] aktif hale getirebilir.

Tekrar Yang: Stuart Faktöründen Christmas faktörü. Bir dönem için her ikisi de proakselerine bağlanır.

Yin: Proakselerinden antihemofili faktörü. Christmas faktörü ile etkileşmeye hemen adapte olur.

Yang: Protein C, genetik olarak protrombinden meydana gelir.

Yin: Sınırlandırılmış [kesme] ile proakselerini ve antihemofili faktörünü hareketsiz hale getirir.

Boşanma: Protrombin fibrine bağlanmak için bırakılan [gen parçalarından] arta kalanlar ile uğraşmaktadır. Bu bölge TF ile etkileşmesi için artık gerekli olmayan EGF bölgesidir. □

BİR DAHA TEKRARLAR MISIN?

Şimdi, Profesör Doolittle'ın senaryosunu gözden geçirmek için biraz zaman ayıralım. İlk dikkati çeken şey sebep olan faktörlerin bulunmamasıdır. Doku faktörü "görülmekte", fibrinojen "doğmakta", TPA "ortaya çıkmakta", karşılıklı bağlantılı protein "serbest kalmaktadır" vs. Doğrusu, sormamız gereken, bu ortaya çıkmalar ve serbest kalmaların neden kaynaklandığıdır. Doolittle, doğrudan olmayan, rastgele kopyalamalar ve gen parçalarının tekrar kombinasyonunu içine alan, aşamalı Darvvin senaryosuna bağlı kalmış gibi gözükmektedir. Ancak, burada doğru gen parçalarının doğru yerde bulunmaları için gereken ihtimalin derecesini dikkate almalıyız. Ökaryotik organizmalar oldukça az gen parçalarına sahiptir ve onlara bağlanma işlemi rastgeledir. Bu nedenle kanı pıhtılaştıran proteinlerin genlerinin şöyle bir karıştırılmasıyla oluştuğunu söylemek, düzenli ve anlamlı bir paragraf oluşturmak umuduyla ansiklopediden rastgele seçilen cümleleri bir araya getirmeye benzer.

Profesör Doolittle ise TPA benzeri bir faaliyeti yerine getirebilecek proteinin elde edilmesi için, "karıştırılmış çeşitli proteinlerin" kaç başarısız, yanlış, sonuçsuz biçimde sonuçlandığını hesaplamamıştır.

Bu problemi biraz daha açmak için şimdi bizim hesaplamalarımıza bir bakalım. Kan pıhtılaşma sistemine sahip hayvanların kabaca 10.000 geni olduğunu düşünelim. Bunların her biri ortalama üç ayrı parçaya ayrılmıştır. Bu da toplam olarak 30.000 gen parçası demektir. TPA'nm dört ayrı çeşit baskın geni vardır.[7] "Farklı karıştırmalar" yoluyla, bu dört baskın geni bir araya getirme ihtimali, 30.000^ kadardır? Bu da yaklaşık olarak 1/10^ demektir. Bir milyon kişinin her sene piyango oynadığı varsayılırsa, herhangi birinin (belirli bir kişi değil) oyunu kazanmasından önce, yaklaşık bin milyar sene geçmesi gerekmektedir. Bin milyar sene evrenin yaşının şu anki tahmininin yüz katı kadardır. Görüldüğü gibi Doolittle'ın rastgelelerden oluşan tezi oldukça büyük yanlışlıklar içermektedir. Aynı problem; protrombin ("protease geninin kopyalanması ve karıştırılması sonucunda oluşur"), fibrinojen ("...dan meydana gelen baskın protein"), plazminojen, proakselerin ve protrombinin yeni düzenlemelerinden her birinin ortaya çıkışını da tehlikeye atacaktır. Doolittle oyunu kazanmak için oluşturduğu mantıkları kusursuz bağlantılara dayandırmaktaydı. Ama ne yazık ki, evrenin beklemeye vakti yoktur.

Açıklanması gereken ikinci soru ise, kopyalama genlerle meydana gelmiş olan yeni proteinin oluşur oluşmaz, yeni ve gerekli donanımlara nasıl sahip olduğudur. İddiaya göre "doku faktörü, genin [başka bir protein] için kopyalanması ile meydana gelmiştir" . Ancak doku faktörü, diğer protein için söylendiği gibi asla *kopyalama* yoluyla meydana gelemez. Eğer bisiklet üreten bir fabrika kopyalanırsa yine bisiklet üretir, motosiklet değil. Bir protein için gen rastgele bir mutasyonla kopyalanabilir, ancak birden birtakım yeni özellikler kazanamaz. Kopyalanmış gen eskisinin bir kopyası olduğu için doku faktörünün meydana gelişinin açıklaması, aynı zamanda yeni bir fonksiyon kazanmak için izlediği yolu da içermelidir. Ancak bu problemlerden kaçınılmaktadır. Doolittle'ın planı -protrombin, bir trombin alıcısı, antitrombin, plazminojen, antiplazmin, proakselerin, Stuart faktörü, prokonvertin, Christmas faktörü, antihemofili faktörü ve protein C'nin üretiminde- aslında sistemdeki tüm proteinlerin üretiminde, aynı problemi ortaya çıkarmaktadır.

Kanın pıhtılaşması senaryosundaki üçüncü soru ise, pıhtının ne kadar, hangi hızda, ne zaman ve nerede meydana geldiği gibi önemli ko-

nulardan neden kaçındığıdır. Pıhtılaşma materyalinin ne miktarda bulunduğu ile ilgili hiçbir bilgi verilmez. Aynı şekilde, söylendiği gibi ilk ilkel sistem tarafından şekillendirilmiş pıhtının dayanıklılığı, bir kesik meydana geldiğinde oluşacak pıhtının zaman süreci, pıhtının hangi basınca karşı koyması gerektiği, uygun olmayan pıhtıların oluşmasının ne derece zarar vereceği gibi yüzlerce soruya da cevap verememektedir. Bu faktörlerin kesin ve dolaylı sonuçlarına göre yapılacak değerlendirmeler, herhangi bir hipoteze bağlı olarak tanımlanmış bir sistemin mutlak yanlışlığını doğrular. Örneğin, eğer fibrinojen miktarı az olsaydı, yara kapanmayacaktı; ilkel fibrin bir ağ yerine tesadüfen baloncuklar meydana getirseydi, kanama durmayabilirdi. Eğer, antitrombinin başlangıçtaki hareketi çok hızlı, trombinin içteki hareketi ise çok yavaş olsaydı; ya da orjinal Stuart faktörü veya Christmas faktörü veya antihemofili faktörü çok gevşek veya çok sıkı bağlansaydı (veya kendi hedeflerinin aktif formları kadar, aktif olmayan formlarına da bağlansalardı), o zaman bütün sistem çökerdi. Hiçbir aşamada -bir tanesinde bile- Doolittle, sayıları veya miktarları içine alan bir model ortaya koyamamıştır. Ve elbette, sayılar olmadan, bilim olamaz. Bu tip karmaşık bir sistemin yalnızca genel çerçevesi oluşturulduğunda, bunun gerçekten çalışıp çalışmadığını anlamak mümkün değildir. Bu tip önemli sorular önemsenmediğinde ise, bilimi bırakıp, Calvin ve Hobbes'm dünyasına gideriz.

Şimdiye kadar söz edilen silme en ciddi olanlar değildir. Asıl ciddi olan ve açıkça gözler önünde olan sorun, eksiltilemez karmaşıklıktır. Burada Darvvin'in evriminin hareket noktası olan doğal seleksıyonun, ancak ve ancak seçilecek herhangi bir şey, yani gelecekte d e ğ i ş i m d e * kullanılabilir olan bir parçanın var olması ile gerçekleşebileceği iddiasının üzerinde durmak istiyorum. Doolittle 'ın senaryosunu tartışma amacıyla kabul etmiş olsak bile, Doolittle'a göre en azından üçüncü aşamaya kadar kanın pıhtılaşması işlemi gerçekleşmiş olacaktı, ilk aşamada doku faktörünün ortaya çıkışı açıklanamamaktadır. Çünkü bu gerçekleştiğinde yapacak hiçbir şey olmadan bulunduğu yerde duracaktır. Sonraki aşamada ise zavallı proto-protrombin, yine hiçbir şey yapmadan beklemektedir. Ta ki, hipotezin öne sürdüğü trombin alıcıları üçüncü aşamada belirene kadar. Ve dördüncü aşamada da fibrinojen devreye girecektir. İlk aşamada plazminojen görünür ama bunun harekete geçiricisi (TPA) iki aşama sonrasına kadar görünmez. Stuart faktörü ani bir aşamada ortaya çıkar, ancak sonraki aşamada onu aktif hale getirecek (prokonvertin) ortaya çıkıncaya kadar hiçbir şey yapmadan bekler. Ve

bu arada doku faktörü bu yapının kompleks olduğuna karar verip bağlanmak ister. Genel olarak her aşama aynı tür problemleri yansıtmaktadır.

"İki aşama sonrasına kadar aktifleştiren faktör görülmedi" gibi kolayca ifade edilebilen bu söylemler, bütün bunların detaydaki çelişkilerini ve tutarsızlıklarını derin derin düşünene kadar, etkileyici bir anlatım gibi gözükmektedir. İki protein –proenzim ve onu harekete geçiren protein– yol üzerindeki herhangi başka bir aşama için de gerekli olduklarından, iki proteini bir araya getirme ihtimali, tek bir proteini meydana getirme ihtimalinin karesi ile eşdeğerdir. TPA'yı tek başına elde etme ihtimali *$1/10^{18}$* ise, onu aktifleştirecek proteini üretme ihtimali de $1/10^{36}$ olacaktır! Bu gerçekten çok küçük bir rakamdır. Bu tip bir olayın gerçekleşmesi evrenin on milyarlık yaşını tek bir saniyeye sığdırıp, on milyar yıl boyunca saniye saniye geri verilmesine benzer. Ancak durum göründüğünden çok daha kötüdür. Eğer ilk aşamada^0 hiçbir görevi olmayan bir protein meydana gelseydi, mutasyon ve doğal seleksiyon "onu *ayıklamaya* eğilim göstereceklerdi". Bunun ortadan kalkması önemli bir etki meydana getirmeyeceğinden, kaybı can alıcı düzeyde olmayacaktı. Zaten ekstra bir genin veya proteinin oluşturulması demek, hayvanın ekstra enerji harcaması anlamına gelecekti. Darwin'in doğal seleksiyon mekanizması, pıhtılaşma şelalesindeki gibi eksiltilemez karmaşıklığa sahip olmayan sistemleri ortadan kaldırmayacak mıydı?

Doolitle'ın senaryosu, aslında pıhtılaşma sisteminin eksiltilemez karmaşıklıkta olduğu konusunda bilgi vermektedir. Ancak yin ve yang benzetmelerine gönderme yaparak, bu ikilemin üstesinden gelmeye çalışır. En son noktada söylediği ise, proteinlerin tamamının bir anda şelaleye dahil olmuş olduğudur. Bu durum sadece, "umulan canavar" teorisini hatırlatır. Tüm veriler göstermektedir ki, proteinlerin tamamı akıllı bir tasarımcı tarafından yönlendirilmiştir.

Profesör Doolitte'm örneğini takip ederek, ilk fare kapanını üreten bir süreç önerebiliriz. Çekiç, garajımızdaki levyenin kopyalanması sonucunda meydana gelmiştir. Platform ile bağlantıya geçen çekiç, çeşitli ahşap çubukların karıştırılmasıyla oluşmuştur. Eskiden zamanı öğrenmek amacıyla kullanılan dede yadigarı bir saat ise yayın kökenidir. Tutucu ek parça ise kola kutusundan sarkan eski bir kamıştır ve yakalamaya yarayan parça ise eskiden bir bira şişesi kapağıdır. Fakat bunların hiçbiri, bir kişinin yönlendirmesi olmadan kendiliğinden meydana gelemez.

Doolittle'in çalışmalarından ikisi *Trombosis and Haemostasis,* pıhtı-

laşma konusundaki araştırmaların liderleridir – aslında bunlar işin sanat yönünü bilmektedir. Ancak bu yazılar pıhtılışmanın nasıl meydana geldiğini ve daha sonraki gelişmeleri açıklamamakta, bunun yerine sadece hikaye anlatmaktadırlar. Asıl gerçek ise şudur: *"Dünyada hiç kimsenin pıhtılaşma şelalesinin nasıl meydana geldiği hakkında mutlak bir fikri yoktur."*

ALKIŞ! ALKIŞ!

Yukarıdaki açıklamalar, proteinin yapısı hakkında yıllar boyunca takdire değer çalışmalar yapan Russel Doolittle'i yermek amacını taşımamaktadır. Aslında Poolittle, protein gibi kompleks bir biyokimyasal sistemin nasıl meydana gelmiş olabileceğini açıklamaya çalışan birkaç kişiden biridir, –hatta tek kişi– ve övgüyü hak etmektedir. Başka hiç kimse, kanın pıhtılaşmasının kökenini öğrenebilmek için bu kadar fazla çaba göstermemiştir. Bu açıklamalar oldukça büyük bir problemin güçlüğünü (aslında açıkça imkansızlığını) tanımlayabilmek içindir. Bu problem, son kırk yıldır uzman bilimadamlarının kararlı çabalarına karşı gelmektedir. Kanın pıhtılaşması, vücudun basit görünen sistemlerinin eksiltilemez karmaşıklıkta olduğunu gösteren iyi bir örnektir. En basit fenomenin altında dahi böyle bir karmaşa ile yüzyüze gelen Darwin teorisi, sessiz kalmaktadır.

Rube Goldberg makinaları gibi, pıhtılaşma şelalesi biyokimyasal maddelerin rol aldığı müthiş bir denge gösterisidir, – farklı enzimlerin hareketiyle yeni dekorasyonlar ve düzenlemeler oluşur – böylece moleküller birbirlerine belirli açılarla çarparak hareket ederler ve sonunda Foghorn Leghorn'un kafasına düşen telefon direği sonucunda başında oluşan yaradan akan kanı durdurur. Seyirci ayağa kalkar ve ayakta durmaksızın alkışlar.

BÖLÜM 5

BURADAN ORAYA

KIZAMIK

Klinikteki doktor, grip, ağrılar ve gözlerde kanlanma nedeniyle okula gidemeyen üç genç hasta ile ilgilenmektedir. İlk ikisi gibi bu genç de kızamıktır. Fakat rubella değil, doğrusu rubeola. İlk iki genç gibi bu genç de hastalığa karşı aşılanmamıştır. Son günlerde kızamık nadir görülmekte olan bir hastalık. İnsanlar bunun ne kadar tehlikeli olabileceğini unutmuş görünüyorlar. Anne babalar kızamığı geçici lekelerin oluştuğu ve yatakta dinlenmeyi gerektiren, basit bir hastalık olarak düşünmekteler. Ancak bu konuda hatalılar. Kızamık, hastayı envefaliz (beyin iltihabı) gibi diğer hastalıklara karşı çok daha hassas hale getirir. Ve daha sonra doktor, ilk hastasının öldüğünü öğrenir.

Bir hafta içinde aynı bölge içinde üç kişinin birden hastalanması, hastalığın yayılmakta olduğu anlamına gelmektedir. Doktor bir salgının meydana gelmesinden korkar. Hemen İl Sağlık memurlarını arar ve onlara problemi anlatır. Sağlık komisyonu Atlanta'daki Hastalık Kontrol Merkezler'ine (Centers for Disease Control, CDC) on bin doz kızamık aşısı talebini belirten bir faks gönderir. Plan, hastalığın yayılmasını engellemek için en yakın komşu evlerde aşılanma programı yapılmasını kapsamaktadır. Hastalığa yakalanmış olan çocuklar karantinaya alınacaklardır. İşlem tamamlandıktan sonra bir eğitim programı hazırlanarak, aileler çocuklukta etkili olabilecek virüslerin tehlikelerine yönelik uyarılacaklar. Ama öncelikle aşıya ihtiyaç vardır.

CDC faksı alır ve talep onaylanır. Teknik uzman kızamık, suçiçeği, difteri, menenjit gibi hastalıklar için pek çok aşının stoklandığı geniş buz dolaplarının bulunduğu depoya iner. Teknik uzman, paketlerin üzerindeki markaları kontrol edip, arka köşedeki kutularda kızamık aşısı bulunduğunu görür ve bu durumu kartına işaretler. Kartı, paketleri havaa-

lanına götürmek için bekleyen donduruculu kamyonun bulunduğu yükleme doklarının üzerine koyar. Paket havaalanında dağıtım servisinin terminaline gider. Terminalde pek çok uçak bulunmaktadır, fakat kamyon şoförü işaretli uçağı bulur ve paketi teslim eder.

Aşı paketleri uçağa yüklenir ve uçak kalkar. Paketlerin ulaşacağı yerin havaalanında, aşıları karşılamak üzere başka bir donduruculu kamyon beklemektedir. Aşı paketleri üzerlerindeki markalardan tanınırlar, uçaktaki diğer paketlerden ayrılır ve kamyona yerleştirilirler. Şöför, paketlere iliştirilmiş kağıtların üzerine yazılan adresi okur ve yola koyulur. Klinikte medikal görevliler kamyonu boşaltır ve kutuları açarlar. Daha sonra, aşılanmak üzere bir çocuk grubu kliniğe getirilir. Her gelen çocuk için bir hemşire küçük bir aşı şişesi alır, yumuşak metal kapağı açar ve şırınganın iğnesini şişeye batırarak sıvıyı doldurur ve bunu gencin koluna enjekte eder.

Bu strateji işe yarar. Birkaç çocuk daha kızamığa yakalanır, ama başka ölüm olayı gerçekleşmez. Salgın durdurulmuş olur ve il sağlık görevlileri eğitim kampanyalarına devam ederler.

YO! HAYIR!

Yönetmen koltuğunda arkasına yaslanır ve elindeki senaryoyu masanın üzerine fırlatır, "Salgın!" – TV için yapılacak olan ilk filmi – bu oldukça büyük bir etki uyandırmaktaydı. Bu film; heyecanlı olaylar, hareket, sevimli çocuklar, etkileyici doktor ile hemşireler, saygın hükümet görevlilerini içermektedir. Bir öldürücü hastalık, insanın zekası, planlama kabiliyeti ve teknik deneyimleri ile yenilebilmiştir.

Ah! Ancak, yönetmen mutlu sonlardan hoşlanmamaktadır. Her şeyden şüpheye düşen karakteri nedeniyle ve şimdiye dek karşılaştığı yüzlerce aptal ve başarısız insan nedeniyle mutlu bir sona inanamaz. Kız–kardeşinin safra kesesi başarılı bir ameliyat ile alınmıştı, ancak ne yazık ki, hastaneye apandisit ameliyatı için gitmişti. Komşunun amcası bölge komisyonunu ile görüşmüş ve yakın civarda bir video pasajı kurmasına izin vermişlerdi. Fakat yerel bir okulun serserileri bunu engellemişti. Ayrıca yönetmen doktorları sevmekte fakat politikacılardan nefret etmektedir, çocuklardan ise uzak durur.

Bütün bunların yaraşıra, yönetmen ünlü bir sanatçı olmak istemektedir. Büyük sanatçılar, insanların zaaflarına ve toplum sınırlamaları ile meydana gelen trajedilere dikkat çekmeleri ile tanınırlar. Shakespeare'in

yaptığı da bu değil midir? Üstü kapalı konulardaki hassasiyeti önemsemezler. Yönetmen gözlerini kapatır ve farklı senaryolar düşünmeye başlar.

Bu sırada salgın başlar, yetkililer toplanıp görüşür ve ardından CDC ile bağlantıya geçilir. Teknisyen "kızamık aşıları" etiketli aşı kutularını alır. Kutular kamyona yerleştirilir, sonra uçağa yüklenir, şehirden ayrılır ve en son kliniğe gelirler. Çocuklar teker teker hemşirelerin karşısına geçer ve aşılarını olurlar. Günler geçer; üç çocuk daha ölür. Bir hafta geçtikten sonra, toplam iki düzine çocuk ölmüştür. Ölen çocukların bir kısmı daha önce aşılarını olmuşlardır. İki ay sonra iki yüz çocuk ölür ve binlercesi de hastalanır. Üstelik bunların neredeyse tümü aşı olmuştur. Akılları kanşan görevliler bir teftiş emri yayınlarlar. Bu teftiş, paketlerin etiketlenmediğini ve aşıların kızamık için değil aslına difteri aşısı olduklarını gösterir. Şehirdeki çocukların neredeyse tümü o sırada hastadırlar. Yapılacak hiçbir şey yoktur. Hastalık, kendi güzergahında devam etmektedir.

Yönetmen güler. Senaryoya göre ise hastalanan çocukların bir kısmının, komşu okuldaki serseriler olacağını düşünerek gülümser.

Salgın hastalık yayıldıkça, filmde daha fazla şüpheler gündeme gelecektir. Bu nedenle CDC arandığında, belki de teknisyen depoya inmiş ve bütün etiketlerin kutuların üzerinden düştüğünü görmüştür. Buzluğun fanı onları etrafa dağıtmış ve birbirine karıştırmıştır. Teknisyenin yüzünde bir endişe belirmiştir çünkü, hangi aşının doğru aşı olduğunu anlamak için kutuları analiz etmenin haftalar alacağını bilmektedir. Haftalar boyunca hastalık yayılacak, politikacılar vaadler verecek ve çocuklar ölecektir. Bunun sonucunda işinden kovulabilir.

Bu konu üzerinde farklı çeşitlemeler yapılabilir. Kamyon aşı kutularını yanlış uçağa yerleştirmiş olabilir. Uçak, kargosunu yanlış bölgeye götürebilir. Kamyon aşıları yanlış binaya götürebilir. Aşı kutularının kapakları istenmeden yumuşakça değil de sert metalden yapılmış olabilir ve şişeyi kırmadan ve aşılara bulaştırmadan açılamayabilir. Bütün bu durumlarda, yönetmen insanın açıkça yetersiz kaldığı durumların altını çizmektedir. Bilimdeki büyük başarılar – hastalıklarla savaşan aşılar, hız yapabilen uçaklar ve otomobiller – sadece aptalca hatalar nedeniyle yıkıma uğrayabilmektedir.

Yönetmen dizlerinin üzerine çöker. Evet, filmin teması bir savaş, epik bir gayret olacaktır.

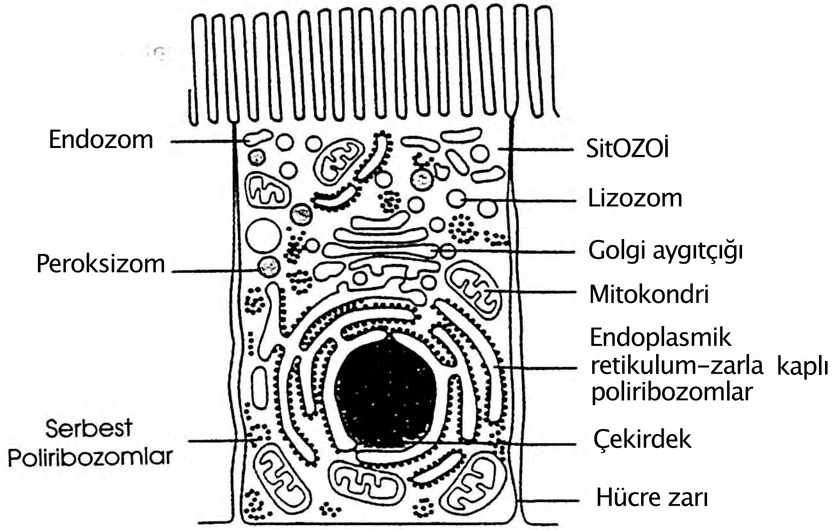
Yönetmenin senaryolarında meydana gelen bütün problemler, paketin en son gideceği bölgeye dağıtımını da içine almaktadır. Film ölüm ve hastalıkları gösterse de, bir paketi belli bir bölgeye götürme konusundaki tüm teşebbüslerde aynı problemler genel olarak yaygındır. Düşünün ki New York'a gidecek bir otobüsü yakalamak için Philedelphia'daki bir terminale gittiniz. Yüz tane otobüs sıra halinde dizilmişler, motorlar çalışır durumda ve gitmeye hazırdırlar. Ama otobüslerin üzerinde hiçbir işaret yoktur ve şöför ile yolcular, size otobüsün nereye gittiğini söylemezler. Sonuçta size en yakın otobüsü tercih eder ve son durağının Pittsburgh olmasını umarsınız.

Otobüs sistemi CDC ile aynı probleme sahiptir: doğru paketleri (yolcuları) doğru yere götürmek. Atlı posta servisinin de aynı tür problemleri vardı. Sürücü bir paket postayı almak için durduğunda, postayı veren kişi paketin atın gideceği doğrultuya varacağından emin olmalıydı. Sürücü de buraya vardığında paketi unutmamalıydı.

Bütün kargo dağıtım sistemlerinin birtakım genel problemleri vardır, kargo doğru dağıtım adresine gönderilecek şekilde etiketlenmelidir; dağıtımı yapan kişi bu adresi tanımalı ve kargoyu doğru dağıtım aracına koymalıdır; araç doğru yere geldiğinde burayı fark etmelidir; ve kargo orada boşaltılmalıdır. Eğer bu aşamalardan birisi olmazsa, o zaman bütün sistem çökecektir. TV için yapılan filmde de izlediğimiz gibi eğer paket etiketlenmemiş veya yanlış etiketlenmişse, bulunduğu depodan çıkarılamaz. Eğer paket yanlış adrese gönderilirse veya geldiğinde konteyner açılamazsa, o zaman aynı şekilde gitmesi gereken yere gönderilemeyebilir. Bütün sistem tatbik edilmeden önce her şeyin çalışacağından emin olunmalıdır.

Emst Haeckel hücrenin "homojen bir protoplazma yığını" olduğunu düşünüyordu. Ancak bu konuda hatalıydı; bilimadamları hücrelerin kompleks yapılarının olduğunu göstermiştir. Genel olarak ökaryotik hücreler (bakteri dışında bütün organizmaların hücrelerini içine alır) farklı işlemlerin yapıldığı pek çok farklı bölüme sahiptirler. Mutfağı, çamaşır odası, yatak odası ve banyosu olan bir ev gibi, hücrenin de değişik özelliklere sahip özel bölgeleri vardır. (Şekil 5-1) Bu bölgeler, çekirdek (DNA'nın bulunduğu yerdir), mitokondri (hücrenin enerjisini üretir) endoplazmik retikulum (proteinleri üretir), Golgi cisimciği (proteinlerin herhangi bir yere naklini sağlayan merkez), lizozom (hücrenin atık üni-

ŞEKİL 5-1
HAYVAN HÜCRESİNİN BÖLÜMLERİ



Alberts et al., Şekil 12-1.

tesi), saklama kesecikleri (hücrenin dışına çıkarılmadan önce kargoyu depolar) ve peroksisom (yağlann metabolizmasını sağlar) gibi organelleri içine alır. Her bölüm kendisine ait zarlar ile hücrenin geri kalan kısmından ayrılır. Bu bir odanın, duvarları ve kapısı ile evin diğer bölümlerinden ayrılmasına benzer. Zarlar tek başlarına ayrı bölmeler olarak kabul edilebilirler, çünkü zarlarda bulunan hücre materyalleri başka herhangi bir yerde bulunamaz.

Bazı bölmeler pek çok farklı bölüme sahiptir. Örneğin, mitokondri iki farklı zar ile çevrelenmektedir. Böylece mitokondrinin dört farklı bölmeyi içerdiği düşünülebilir; iç zarın boşluğu, iç zarın kendisi, iç zar ve dış zar arasındaki boşluk ve dış zarın kendisi. Zarları ve içerdiği boşlukları sayarak, hücrede yirmiden fazla farklı bölüm oluştuğunu söyleyebiliriz.

Hücre dinamik bir sistemdir, sürekli olarak yeni yapılar üretir ve eski materyalleri dışarı atar. Hücredeki bölümler kapalı olduklarından, her bölüm yeni materyalleri içine alma problemi ile yüz yüzedir. Bu problemi çözecek iki yöntem vardır. Birincisi; her bölüm kendi ihtiyaçlarını karşılayabilir. İkincisi ise, yeni materyaller, küçük kasabalara gönderilmek üzere kot pantolon ve radyo üreten büyük şehir işletmeleri gibi merkezi olarak meydana getirilebilirler ve daha sonra diğer bölümlere

iletilirler. Yeni materyaller, bu iki ihtimalin bir karışımı şeklinde de gönderilebilir.

Hücrede bazı bölümler kendileri için materyaller üretmelerine rağmen, proteinlerin büyük bir çoğunluğu merkezi olarak üretilip diğer bölümlere iletilirler. Proteinlerin bölümler arasındaki geçişi şaşırtıcı ve karmaşık bir işlemdir. Detaylar; sevkiyatın niteliklerine, paketin bir şehri veya bir okyanusu geçip geçmeyeceğine ve proteinin gideceği yere bağlı olarak değişir. Bu bölümde, hücrenin proteini kendi atık temizleme bölümüne götürme mekanizması olan lizozom üzerinde yoğunlaşacağım. Hücrenin; Hastalık Kontrol Merkezlerinin önemli bir paketin naklinde karşılaştıklarına benzer zorluklarla karşılaştığını göreceksiniz

BOŞLUKTA KAYBOLMUŞ

Hücrede yeni üretilmiş bir protein, pek çok moleküler makine ile karşılaşır. Bazı makineler proteini tutar ve ulaşması gereken yere gönderir. Kısa bir süre içinde, proteini başlangıçtan sona kadar bir güzergah boyunca izleyeceğim. Protein makinalarının tümünün egzotik isimleri vardır, ancak pek çok insan için eğer daha önceden bilmiyor arsa, bunları kafalarında canlandırmaları zordur. Bu nedenle sonraki saytalar – da benzetmeler kullanacağım.

Zaman gelecekteki tarihlerde. İnsanlık, kuyruklu yıldızlar arasındaki uzayı, manyetik fırtınaları ve ilginç yaratıkları keşfetmeye çalışmışlardır. Tehlike oldukça büyüktür. Bu nedenle görev, galaks.m.z.r> sın*r larını keşfetmek için uzay, inceleyen araştırmacı roketlere verılmıştır^ Etoe tte galaksinin sınırlarına ulaşmak zaman alır, bu nedenle uzay araştırmabrı nı yapacak roketler oldukça kapsamlı bir şekilde inşa edilmiş erdm Boş bir gezegene inebilir ve kömür için hammadde arayabilirler, cevherden yeni makinalar üretebilirler; ve yıldız ışınlarındaki enerjiyi elde ederek bunu bataryalarını doldurmak için kullanabilirler.

Uzay roketi bir makinad.r, bu nedenle bütün bu i5 em en oldukça detaylı bir mekanizma ile başarmak zorundadır, sihirli i d e eği. Yapılacak ilk şey, eski bataryalar, yenilemektir. Bataryalar bir süre sonra tükenmeye başlar ve roket bunların yenilerini yapar. Yeni bataryalar eski bataryaların dönüşümü ile meydana gelir, eski bileşenler tekrar yenilenirler, bu bileşenler eritilir, döküm tekrar yapılır ve yeni kimyasal maddeler eklenir. Bu işlemde kullanılan makinalardan bir tanesine "batarya ezicisi" adı verilir.

Uzay roketi, büyük bir küre şeklindedir. Kürenin içinde içleri dolu birçok başka küçük küre bulunur. Bunların her birinin içinde kendi görevleri için yerleştirilmiş özel makinalar bulunmaktadır. Kürelerin en büyüğünün içindeki donanıma "kütüphane" adını verebiliriz – bu kütüphane uzay roketine ait tüm makinaların yapımına ait planları içerir. Ancak bunlar rastgele planlar değildir. Bu planı körler için hazırlanan alfabe –veya bir piyanist için hazırlanan ciltlenmiş notalar– olarak düşünebilirsiniz.

Bir gün uzay roketi (şu an önemsemediğimiz bir mekanizma ile) başka bir batarya meydana getirmesi gerektiğini ve yeni yapılan makinanın atık değerlendirme odasında çalışmak üzere gönderilmesi gerektiğini hisseder. Hemen bu işlem için gereken elemanlar harekete geçer: Bataryanın yenilenmesi için hazırlanan planın kütüphanede fotokopisi çekilir ve planın kopyası kütüphanenin penceresine doğru uçar (unutmayın, yer çekimi yoktur). Planın köşesinde özel biçimde açılmış delikler bulunmaktadır. Bunlar penceredeki tarayıcı mekanizmanın çıkıntılarına tam olarak uymaktadır. Planın üzerindeki bu izler, penceredeki tarayıcının tam üzerine yerleştiğinde pencere, kameranın objektifi gibi açılır. Plan tarayıcıdan ayrılır ve kütüphaneden çıkarak roketin ana kumanda bölgesine gider.

Ana bölgede pek çok makina ve makina parçası vardır; civatalar, vidalar ve lastikler ortada serbestçe durmaktadır. Bu bölümde görevi diğer makinaları yapmak olan ana makinaların kopyaları bulunmaktadır. Bu işlemi, plandaki özel olarak açılmış delikleri okuyarak gerçekleştirirler. Böylece ortada duran civata, vida ve mekanik parçaları ayrı ayrı monte ederek, parça parça yeni makinayı oluştururlar.

Ana kumanda bölgesine gelmiş olan batarya ezicisi planı, hemen ana makina ile bağlantıya geçer. Ana makina üzerinde dönerek birkaç civata ve vidayı kapar ve eziciye monte etmeye başlar. Ancak ezicinin gövdesi monte edilmeden önce ana makina, ezici üzerine bu temel bölgeyi terk etmesi gereken bir makina olduğunu belirten geçici bir "donanım" yapar.

Ana bölgede rehber adı verilen başka bir makina vardır. Rehberin şekli, donanımın şeklini tamamlayıcı bir parça içerir. Rehberdeki küçük manyetik alanlar parçanın güvenlikle bağlanmasını sağlar. Rehber donanımın üzerine geldiğinde ana makinanın düğmesine basar ve ezicinin üretiminde duraklamaya neden olur.

İçerideki kürelerden birinin dışı (küreye "işlem odası #l"diyeceğiz)

rehberin ve donanımın birer parçasının tamamlayıcı şekline sahip bir karşılama bölmesidir. Rehber donanım ve bağlanan parçalar bu şekillendirme bölümüne gelirlerse, ana makinanm düğmesine tekrar basılır ve ezicinin eski halini alması sağlanır.

Bu bölümün hemen yanında bir pencere vardır. Bu donanım, pencereye hafifçe vurduğunda, (orada pek çok olay meydana gelmektedir) işlem odasının içindeki taşıma bandını harekete geçirir ve bant, yeni batarya ezicisini işlem odasına çeker. Böylece ana makinayı, planı ve dışarıdaki rehberi bir kenara bırakır.

Ezici, pencereden içeri çekildiğinde ise başka bir makina o anda gerekli donanımları yeniler. Artık, sıkıştırma makinaları işlem odası #1'in sağlam duvarlarında gömülü halde bulunmaktadır. Bunun amacı duvarın bu bölümünün, yeni serbest dolaşımlı alt odaları meydana getiren bazı makinaların etrafını çevrelemesini sağlamaktır. Kalan duvarın diğer bölümü ise kendi boşluklarını kapatmaktadır.

Alt oda, ikinci işlem odasına gitmeden önce, ana bölge boyunca kısa mesafeli bir yolculuk yapar. Alt oda duvarlarla çevrilmiştir ve içindekileri işlem odası #2'ye bırakır. Batarya yenileyicisi, daha sonra işlem odası #3 ve #4'ü, işlem odası #1'den #2'ye geçmesini sağlayan aynı mekanizmayı kullanarak geçer. Buraları makinaların, kendilerini en son bölgeye götürecek ilave teçhizatları aldıkları işlem odalarıdır. Batarya yenileyicisinin üzerine bir anten yerleştirilir ve özel bir konfigürasyon oluşturabilmek için hemen bir düzene girer. Düzenlenmiş antenin özel şekli diğer mekanizmalara yenileyicinin atık değerlendirme odasına yönelmelerim söyleyecektir.

En son işlem odasının duvarlarında, makinalar ("çekiciler") vardır. Bunların şekli batarya yenileyicisinin düzenlenmiş antenini tamamlamaktadır. Yenileyici çekicilere bağlanır ve duvar bölgesi bir alt oda meydana getirmek için sıkıştırılır. Alt odanın dışında, atık değerlendirme odasının dışına bağlı bir makinanın (liman markörü) şeklini tamamlayıcı başka bir makina (dağıtım kodlayıcısı) bulunmaktadır. Alt odanın bağlantısı, ıkı tamamlayıcı makinadan geçerek atık değerlendirme odasına kadar uzanır. Daha sonra başka bir makina ("geçit") bu bölgeye gelir. Geçitin şekli, dağıtım kodlayıcısı ve liman markörünün bölümlerini tamamlayıcı şekildedir. Buna bağladıklarında geçit, atık değerlendirme odasına bir delik açar ve transit küre bununla uyarılır ve içindekileri atık bölümüne boşaltır. Batarya yenileyicisi en sonunda kendi çalışmasına başlayabilmiştir.

Kitaptaki bu nokta ile belki de okuyucu, batarya yenileyicisini gidece-

ği yere gönderen nakil sisteminin ne kadar karmaşık olduğunu kolayca görecektir. Eğer bu bölümlerden herhangi biri kaybolduğunda yenileyici, atık değerlendirme odasına gönderilemez. Dahası sistemin hassas dengesi sağlanmalıdır; içerideki pek çok parçanın her biri aynı şeyleri tam olarak yapmalı ve daha sonra serbest kalmalı ve her biri doğru zamanlarda gelmeli veya harekete geçmelidir. Herhangi bir hata sistemin iflas etmesine neden olur.

GERÇEKLİĞİN KONTROLÜ

Bu bilimkurgu, öyle değil mi? Bu derece karmaşık olan maddeler doğada bulunabilirler mi? Hücre, "homojen bir protoplazma yığınıdır", değil mi? Hayır, evet ve hayır.

Uzay roketindeki bütün fantastik makinaların hücrede aynı şekilde kopyaları bulunmaktadır. Uzay roketinin kendisi bir hücredir, kütüphane, çekirdek; plan, DNA; planın kopyası, RNA; kütüphanenin penceresi, nükleer gözenek; ana makinalar, ribozomlar; ana kumanda bölgesi, sitoplazma; donanım, sinyal dizilimi; batarya yenileyicisi, lizozom hidrolaz; rehber, sinyal tanımlama parçacığı (SRP); karşılama bölmesi, SRP alıcısı; işlem odası #1, endoplazmik retikulum (ER); işlem odası #2, #3 ve #4, Golgi cisimciği; anten, kompleks karbonhidrat molekülü; alt odalar, toplayıcı kesecikler; ve çeşitli proteinler de, düzenleyici, sıkıştırıc dağıtım kodlayıcısı, liman markörü ve geçit rolünü oynamaktadırlar. Atık değerlendirme odası ise lizozumdur.

Şimdi hemen, sitoplazmada sentezlenen bir proteinin nasıl lizozoma doğru yol aldığını anlatalım. Bu yalnızca bir paragraf sürecektir. Eğer isimleri ve hücresel nakil prosedürlerini hemen unutursanız endişelenmeyin; burada amaç sadece hücrenin ne derece karmaşık olduğunu gösterebilmektir.

- ☐ RNA kopyası (haberci RNA veya kısaca mRNA denir), hücrenin atık değerlendirme bölgesi olan lizozomda yer alan bir protein için kodlanmış DNA geninden meydana gelmektedir. Bu proteine "garbagease" adını vereceğiz. mRNA çekirdekte meydana gelir, daha sonra nükleer gözeneğe doğru akar. Gözenekteki proteinler mRNA'daki sinyali tanırlar ve gözenek açılarak mRNA sitoplazmaya gider. Sitoplazmada "hücrenin ana makinaları" - ribozomlar - mRNA'daki bilgileri kullanarak garbagease üretmeye başlarlar. Gelişen protein zincirinin ilk kısmı, aminoasitlerden ya-

bir sinyal dizilimini kapsamaktadır. Sinyal zinciri meydana gelir gelmez, sinyal tanıma parçacığı (SRP), sinyali alır ve ribozomun duraksamasına neden olur. SRP ve buna bağlı moleküller daha sonra endoplazmik retikulumun (ER) zarındaki SRP reseptörüne gider ve oraya yapışırlar. Bu durum, ribozomun eski haline geri dönmek için sentez yapmasına ve protein kanalının zorla açılmasına neden olur. Protein kanaldan geçtiğinde ve ER'ye geldiğinde, bir enzim sinyal dizilimini ayırır. ER'de garbegeasenin büyük, kompleks bir karbonhidrat molekülü bulunmaktadır. Toplayıcı proteinler, ER'nin diğer proteinler yanında biraz garbegease içermelerine ve sıkışmak için Golgi cisimciğinden geçmesine ve onunla kaynaşmasına neden olmaktadırlar. Bazı proteinler, eğer düzgün bir sinyal taşıyorlarsa ER'ye geri dönerler. Protein, Golgi cisimciğinin çeşitli bölümleri boyunca ilerlediği sürece, bu durum iki defa daha tekrarlanır. Golgi cisimciğinin içinde bir enzim, garbageasenin üzerindeki sinyali tanır ve başka bir karbonhidrat grubunu onun üzerine yerleştirir. İkinci enzim, mannose-6-fosfatı (M6P) bir kenara bırakarak, yeni bağlanmış karbonhidratı düzenler. Golgi'nin en son bölümünde, toplayıcı proteinler bir parçanın üzerinde birikir ve gelişmeye başlar. Toplayıcı kesecik içinde, M6P'ye bağlanan reseptör protein bulunmaktadır. M6P reseptörü, garbageasenin M6P'si üzerinde toplanır ve kesecik patlamadan önce onları bu bölgeye iter. Kesecik dışında, lizozomdaki t-SNARE proteinini özellikle tanıyan v-SNARE proteini vardır. Garbagease bu sırada gideceği yere varmıştır ve üzerine düşen görevi yerine getirebilir.O

Bu hayali uzay roketi oldukça karmaşıktır ve henüz icat edilememiştir. Fakat bildiğimiz hücredeki sistem, bunu çok uzun zamandan beri yapmaktadır. Ve günün her saniyesi, bu işlem vücudunuzda milyarlarca kez gerçekleşmektedir. Bilim edebiyattan daha ilginçtir.

İŞİN GEREKLERİ

Garbagease proteini, yaklaşık 0.00025 santimlik bir yolculuk yapar. Sitoplazmadan lizozoma doğru olan bu yolculukta, güvenliğin sağlanması için düzinelerce farklı proteinin çalışması gerekmektedir. Bizim hayali TV filmimizde aşı, Hastalık Kontrol Merkezinden ihtiyaç olan büyük şehre kadar belki de 1.000 mil kadar yolculuk yaptı – bu oran garbage-

aşının yolculuğunun 1 trilyon katıdır. Ancak aşının naklindeki gereksinimler, enzimi sitoplazmadan lizozoma getirme işlemindeki gereksinimlerle aynıdır. Talepler, işlemin gerçekleştirilmesini gerektiriyordu; yolculuk mesafesi, kullanılan aşı tipi veya işaretlerin yapıldığı maddelere bağlı değildi.

Yeni piyasaya çıkan bir kitap, hücrenin proteinlerini bölümlere ayırmak için kullandığı üç metodu belirtmektedir.[2]

Birincisi, hücre zarı boyunca proteinlerin giriş çıkışını düzenlemek amacıyla büyük bir kapının açıldığı veya kapandığı, *"geçit nakli"* olarak bilinir. Bu çekirdek ve sitoplazma arasında yeni üretilen mRNA gibi bir materyalin akışını düzenleyen bir mekanizmadır (veya uzay roketi hikayesine göre, planın kütüphaneden ana kumanda bölgesine gitmesidir). İkinci metot *"zarlar arası nakildir".* Bu olay tek bir proteinin, protein kanalından geçmesiyle ve garbagease proteinin sitoplazmadan ER'ye geçmesiyle meydana gelir. Üçüncü yol ise *"kesecik naklidir".* Burada protein kargosu sevkiyat için konteynerlere yüklenir; yani Golgi'den (en son işlem odası), lizozoma (atık değerlendirme odası) bir gezinti yapılır.

Bizim amaçlarımız içerisinde ilk iki metot aynı kabul edilebilir–, her ikisi de zarda seçici olarak proteinlerin girebilecekleri kapılar kullanırlar. Geçit naklinde kapı oldukça büyüktür ve proteinler, katlanmış biçimleri ile buradan geçebilirler. Zarlar arası nakilde, kapı daha küçüktür ve proteinlerin geçmesi gerekmektedir. Ama prensipte, kapının boyutlarını genişletecek bir yol bloku yoktur, bu nedenle eşittirler. Bu nedenle her ikisini de *"geçit nakli"* olarak belirteceğim.

Geçit naklinin yalın, temel gereksinimleri nelerdir? Yalnızca diplomatik ehliyet taşıyan araçlara ayrılmış bir otoparkı düşünelim. Garajın giriş kısmında bulunan bir tarayıcı, ehliyetteki barkodlarını okumaktadır ve eğer barkodu doğru ise garajın kapıları açılır. Diplomatik plakalı araç kapıya gelir, tarayıcı barkodu tarar, kapı açılır ve araç içeri girer. Aracın garaja 10 adım veya 10.000 mil uzaktan gelmiş olması, ya da aracın kamyon, jip veya motosiklet olması fark etmez; eğer üzerinde barkodu varsa, geçebilir. Garajdaki geçit nakli için üç temel şey gerekmektedir; kimlik kartı, tarayıcı ve tarayıcı ile hareket eden bir kapı. Eğer bunlardan bir tanesi yoksa, o zaman ya araçlar içeriye giremez ya da garaj artık korunmuş bir bölge olamaz.

Geçit nakli en az bu üç farklı bölümü gerektirdiğinden, oldukça karmaşıktır ve bu nedenle hücredeki geçit naklinde varsayılan Darwin'in evrim teorisi büyük problemlerle karşı karşıyadır. Eğer proteinler nakil

için hiçbir sinyal taşımıyorlarsa, tanınmazlar. Eğer sinyalleri tanıyacak bir reseptör veya geçecekleri bir kanal yoksa, nakil tekrar gerçekleşemeyecektir ve eğer kanal bütün proteinlere açıksa, o zaman kapalı bölüm hücrenin geri kalan kısmından farklı olmayacaktır.

Kesecik şeklindeki nakil ise, geçit naklinden çok daha karmaşıktır. İşte şimdi, diplomat arabalarının her birinin garaja ayrı ayrı girmesi yerine, bütün diplomatlar arabalarını geniş bir treyler kamyonuna koymak zorunda olsunlar. Bu durumda kamyon önce bir garaja girecek ve daha sonra da arabalar kamyondan ayrılıp otoparka park edeceklerdir. Şimdi kamyonun belli araçları tanıması için ve garajın da kamyonu tanıyabilmesi için birer yönteme; ayrıca araçlar için de, kamyondan inip garaja girmeleri için bir yönteme ihtiyacımız var. Böyle bir senaryo altı ayrı parça gerektirmektedir: (1). Araçlarda tanıtım etiketi (2). Arabaları taşıyacak bir kamyon (3). Kamyonda bir tarayıcı (4). Kamyonda bir tanıtım etiketi (5). Garajda bir tarayıcı (6). Hareket halinde garaj kapısı. Hücrenin kesecik şeklinde nakil sisteminde bu parçalar mannove-6-fosfat, toplama keseciği, bu kesecikteki M6P reseptörü, v-SNARE, t-SNARE ve SNAP/NSF proteinleri olarak tanımlanabilir. Bu fonksiyonlardan herhangi birinin eksikliğinde ya kesecik şeklindeki nakli meydana gelmez, ya da gidilecek yerin bütünlüğü tehlikeye girer.

Kesecik şeklindeki nakil, geçit naklinden daha fazla parçaya ihtiyacı olduğu için, aşamalı olarak gelişemez. Örneğin eğer diplomatların bar kodu etiketi, kamyonun içindeki (onları nakleden kesecik) arabalarda bulunuyor ve dolayısıyla görünemeyecek bir yerde duruyorsa, arabalar garaja giremezler. Ya da, kamyonun arabalarla aynı etiketi taşıdığını düşünelim; böylelikle garaja girebilir. Ancak bu durumda hâlâ arabaları kamyona yükleyen mekanizmayı çözemeyiz, sonuçta kamyonun hiçbir işlevi kalmayacaktır. Eğer bazı araçlar kamyona rastgele biniyorlarsa, o zaman diplomat olmayanların arabaları da garaja girmiş olurlar. Şimdi hücrenin dünyasına geri dönelim, eğer kesecik birden bire meydana gelseydi, girmesi gereken proteinleri tanıyabilecek hiçbir mekanizma var olmayacaktı ve dolayısıyla bunların yönünü belirleyecek hiçbir yol olmayacaktı. Etiketlenmemiş kesecikteki adres, etiketleri taşıyan yerleşik proteinlerin etiketlerini yok farz edecek ve bu durum geçit nakli ile rahatça işleyen organizma için öldürücü olabilecekti. Geçit nakli ve kesecik nakli iki ayrı mekanizmadır, hiçbiri bir diğerini anlamaya yardımcı olmaz.

Bu bölümde anlatılan geçit ve kesecik nakillerinin gereksinimlerine

ait kısa özet, sistemlerin pek çok karmaşık yönlerini dikkate almamıştır. Ancak bunlar sistemi çok daha çapraşık bir hale sokacaklarından, hedeflenen naklin eksiltilemez karmaşıklığına çözüm bulamazlar.

İKİNCİ EL PARÇALAR

Fare kapanı, Rube Goldberg makinaları ve hücre içi nakil sistemleri gibi eksiltilemez kompleks sistemler, Darwin anlayışı ile gelişmemiştir. Bir platform alınıyor, birkaç fare yakalanıyor; yay ekleniyor, daha fazla fare yakalanıyor; demir kapan ekleniyor, biraz daha fare yakalanıyor; vb. Bu şekilde başaramazsınız. Bütün sistem bir kezde bir araya gelmelidir, aksi takdirde fare kaçacaktır. Aynı şekilde sinyal dizilimi ve bir protein elde ediliyor; lizozoma doğru biraz yol alıyor; biraz daha sinyal algılayıcı protein ekleniyor; biraz daha ileriye gidiliyor vb. Yine başaramazsınız. Ya hep, ya hiç.

Belki de bir şeyi gözardı etmekteyiz. Fare kapanındaki parçalardan biri fareyi yakalamak dışında birtakım başka amaçlar için kullanılmış olabilir. Farklı noktalarda başka amaçlar için kullanılan pek çok parça, işler halde bir tuzak meydana getirmek için birdenbire bir araya gelmiş olabilir. Ve belki de hücre içi nakil sisteminin parçalan da hücrede aslında başka görevler yerine getirmekteydiler ve bu durumda bir başka rolü de üstlenmişlerdi. Bu mümkün olabilir mi?

Belirli tek bir hücre elemanı için, ihtimal dahilindeki tüm rolleri dikkate almak mümkün değildir. Ancak bizler, nakil sisteminin bazı parçaları için birkaç benzer rol düşünebiliriz. Bu durum başka amaçlar ıçm kullanılan parçaların kompleks bir sistemde yem rollere adapte olmasının inanılır olmayacağını gösterecektir.

Hücrenin zarında bulunan ve yağ molekülüne sahip bir protein ile başladığımızı düşünelim. Orada bulunmasının protein için faydalı olduğunu, çünkü zarı katılaştırdığı için onu delinmelere ve yırtılmalara karşı dayanıklı hale getirdiğini düşünelim. Böyle bir protein bir şekilde geçit kanalına dönüşebilir mi? Bu durum aynı duvardaki tahta kirişin, Darwinci aşamalar sonucu küçük mutasyonlar la, tarayıcısı olan bir kapıya dönüştüğünü söylemek gibidir. Tahta kirişlerin bir araya getirildiğini ve aralarındaki bölgenin, sıvaların kırıkları ve duvarın yapısında oluşmuş olan deliklerinden dolayı çürümüş olduğunu düşünelim. Bu bir gelişme mi? Duvardaki delikler odanın içine böceklerin, farelerin ve daha başka şeylerin girmesine neden olacak, odayı soğutacak veya havalandırma

sisteminin kontrolünü bozacaktır. Aynı şekilde proteinlerin zarda bir araya gelmelerine neden olan mutasyon küçük bir delik bırakacak ve depolanmış yiyecek, tuz, ATP ve diğer gereken materyallerin dışarı çıkmasına neden olacaktır. Bu bir gelişme değildir. Duvarında delik bulunan bir ev hiçbir zaman satılamayacaktır ve üzerinde delik bulunan bir hücre, diğer hücrelerle karşılaştırılınca oldukça büyük bir dezavantaja sahip olacaktır.

□ Bunun yerine, ribozom tarafından bir araya getirilen yeni proteinlerin baş kısımlarına bağlanabilen bir protein düşünelim. Yeni şekillerine sahip olmadan önce katlanmamış proteinler daha hassastırlar, bu nedenle katlanmış bir proteini üzerlerine yerleştirmek, tamamen gelişene ve katlanana kadar onları koruyacaktır. İşte bu nedenle bunun bir gelişme olduğunu düşünelim. Böyle bir protein diyelim ki, sinyal tanıma parçacığının (SRP) içinde gelişebilir mi? Hayır. Böyle bir protein yeni proteinin hemen katlanmasına yardımcı olur, onları katlanmamış halde tutmaz – bu modern SRP'nin yaptığının tersidir. Ancak katlanmış proteinler, modern SRP'lerin kendilerini aldığı geçit kanalından geçemezler. Dahası, eğer bir proto-SRP, modern SRP'nin yaptığı gibi ribozomun sentezinin duraklamasına neden olursa, ancak ribozomu tekrar harekete geçirecek makina henüz meydana gelmemişse o zaman bu durum hücreyi öldürecektir (bazı ölümcül zehirler, hücrenin ribozomlarının hareketsiz kalması ile yok edilirler). Bu durumda bir çelişki içine düşmekteyiz; başlangıçta protein sentezinin kontrol edilemeyen tutucusu hücreyi öldürecek, ancak protein sentezindeki geçici duraklamalar modern hücrelerde önemli olacaktır. Eğer ribozom duraksamazsa, yeni protein çok fazla büyür ve geçit kanalına sığamaz. Bu nedenle modern SRP'nin, görevi yeni proteinlere bağlanmak ve onları bozulmadan korumak olan bir proteinden ortaya çıkamayacağı açıktır.

Bir enzimin geniş bir karbonhidrat grubunu ("biblo") üretildikleri anda proteinlerin üzerine yerleştirdiğini düşünelim. Bunun proteini bir şekilde sabitlediğini, hücre içinde ömrünün daha uzun olmasına yardım ettiğini farzedelim. Bu aşama sonuçta hücre içi nakil zincirinin bir parçası haline gelebilir mi? Hayır. Biblo, proteini daha büyük bir hale getirdiğinden, ER'deki modern kapılara benzeyen herhangi bir kapıdan geçmesini engelleyecektir. Biblo, nakil sisteminin gelişmesinde gerçek bir engel teşkil edecektir.

Aynı yöntemle, sistemin diğer izole olmuş parçaları hücreye zarar verici olacaklardır, yardımcı değil. Sinyal diziliminden kopan bir enzim ("donanım"), sinyal dizilimi ilkel hücrede pozitif bir rol oynuyorsa, öldürücü olabilir. Biblonun düzenlenmesi, eğer biblonun yerine getireceği belli bir görevi varsa, geriye doğru bir adım olacaktır. Keseciğin içinde proteinlerin "garbagease" gibi donanması, eğer garbageasenin giriş kısmında görevini yapması gerekiyorsa, zararlı olacaklardır.□

2. Bölüm'de bir parçanın, diğer kompleks sistemlerin özel parçalarını (büyükbabanın saatinin sarkacı gibi) alamayacağını ve bu parçalar doğru olarak tasarlanmadıkça, ikinci eksiltilemez karmaşıklıktaki sistemin (fare kapanı gibi) özel parçalan olarak kullanılamayacağını belirtmiştim. Diğer sistemlerde farklı roller oynayan buna benzer bölümler, yeni sistemin eksiltilemez karmaşıklığını ortadan kaldırmaz; burada asıl nokta parçaları "meydana getirmekten", onları "tasarlamaya" yönlenmiştir. Her iki durumda da, akıllı bir tasarımcı yapılanmaya yol göstermediği sürece, yeni bir fonksiyon meydana gelemez. Bu bölümde, nakil sisteminin yapısı aynı problemle karşı karşıya kalmaktadır: sistem ne yeni ne de ikinci el parçalardan aşama aşama bir araya getirilemez.

GENÇ YAŞTA ÖLÜM

TV için yapılan filmimizin ilk versiyonunda, aşı kutusunun üzerine yanlış etiket konulmuş ve çocuklar ölmüştü. Neyse ki, bu sadece konuya bir örnek teşkil etmesi içindi: hikaye içinde hikaye. Ama gerçek hayatta, karışmış veya kaybolmuş etiketler gerçek ölümlere neden olabilirler.

İki yaşındaki ağlayan kız çocuğu, bir yetişkinin kendisine destek olan elini tutarak, boy ölçme aletinin karşısında durmaktadır. Yalnızca 60 santim uzunluğundadır. Yüzü ve gözleri şişmiş ve bacakları bükülmüştür. Dimdik hareket etmektedir ve doktora gelmek için ciddi anlamda geç kalmıştır. Medikal gözlemler kalbin, karaciğerin ve dalağın büyümüş olduğunu göstermektedir. Genç yaşamında, öksürük, burun akması ve daha detaylı enfekiyonlara karşı koymak zorunda kalmıştır. Doktor genç kızdan doku örneği alır ve bunu analiz için laboratuvara gönderir. Laborant, örnekten Petri tabağının üzerine aldığı hücreyi çoğaltır ve bunları mikroskop altında inceler. Hücrelerin her biri normal hücrelerde bulunmayan binlerce küçük kalın taneler içermektedir. Bu tanelere "ek parçalar" adı verilir. Küçük kız I-hücresi hastalığına yakalanmıştır.[2] Hastalık

lemler zaman içinde artacaktır. Genç kız beş yaşına gelmeden ölecektir.

I-hücresi hastalığı, proteinin nakil yolundaki bir hasardan kaynaklanmaktadır. Hastaların hücrelerinde, bu hastalık sonucunda proteini sitoplazmadan lizozoma götüren uzun zincirdeki makinalardan bir tanesi eksilmiştir. Bu eksiklikten dolayı, lizozoma gitmek isteyen enzimler bunu gerçekleştiremezler, bunun yerine yönlerini değiştirirler ve hücre zarında yanlış keseciğe gidebilirler, böylece hücre dışı bölgeye boşaltılırlar.

Hücre, dinamik bir sistemdir ve yeni yapılar meydana getirmesi gerektiği gibi, eskileri de sürekli azaltır. Eski materyaller bu azalma ile lizozoma getirilirler. I-hücresi hastalığı olan çocuklarda, atıklar olması gerektiği gibi atık bölümüne boşaltılır, ama atık azdır ve ne "garbagease", ne de eski yapıları atık haline getiren herhangi başka azalan bir enzim bulunmaktadır. Sonuçta atık yığılır ve lizozom dolar. Hücre artan atıkları kontrol altına almak için yeni lizozomlar üretir, ancak bu yeni bölümler eninde sonunda hücresel yaşamın birikimleri ile dolar. Zamanla hücrenin tümü şişer, dokular genişler ve hasta ölür.

Çocuk, proteinleri lizozoma götürmek için gerekli olan pek çok makinadan bir tanesinin tek bir hasarından dolayı ölebilir. Hücrenin karmaşık protein nakil yollarındaki tek bir aksama öldürücü bir sonla noktalanabilir. Eğer tüm sistem eksiksizce çalışmasaydı, atalarımız aynı zorlukla karşı karşıya kalırdı. Protein nakil sistemindeki aşamalı evrim yaklaşımları ve iddiaları, ancak yok oluşun reçetesi olabilir.

Nakil sistemindeki hatalardan meydana gelen medikal problemlerden ve sistemin oldukça karmaşık ve şaşırtıcı olmasından dolayı, kesecik şeklindeki protein naklinin evrimsel gelişiminin, araştırmaların en yoğun alanı olması gerektiğini düşünebiliriz. Böyle büyük bir sistem nasıl aşama aşama gelişir? Hücenin, farklı bir metot kullanarak, kesecik ile özel olarak hedeflediği lizozoma hareket ederken sistemden beklenen zorluklar nelerdir? Bir kez daha, kesecik şeklindeki naklin evriminin açıklanması için kimyasal literatüre bakacak olsaydık, oldukça hayal kırıklığna uğrayabilirdik. Literatürde hiçbir açıklama bulunmamaktadır.

Biyokimya alanında yıllık incelemeler *Annual Review of Biochemistry (ARB)* adlı bir kitap serisi şeklinde yayınlanır. Biyokimyacılar arasında çok popülerdir. Belirlenen araştırma alanlarında ulaşılan bilgi düzeyini inceler. 1992 yılında ARB'de "Kesecik Yöntemi ile Protein Düzenlenmesi"[3] üzerine bir makale yayınlandı. Bu makalede yazarlar gözlemlerine şu gerçeği açıklamakla başladılar: "Zarla çevrili organeller ara-

sindaki proteinlerin nakli oldukça kompleks bir işlemdir". Daha sonra, bu konuyu içeren sistemleri ve bu alandaki araştırmaları tanımlayacak profesyonel bir çizgide ilerler. Ancak bizler kırk altı sayfalık bu incelemenin sonuna, bir sistemin nasıl aşama aşama gelişebileceğine dair bir açıklama bulamadan ulaşırız. Konu radar ekranının dışına çıkmıştır.

Biyomedikal bilimlerle ilgili profesyonel literatüre ait yayınların bir bilgisayar veritabanında incelenmesiyle, yüzbinlerce bilimsel sayfanın başlıklarındaki anahtar sözcükleri hızlı şekilde araştırabilirsiniz. *Evrim* ve *kesecik* başlıklarının ikisini de kapsayan bir makale taraması yaptığınızda, hiçbir şey bulamazsınız. Yayınlanan yazıları eski yöntemlerle incelediğinizde ise, ökaryotik hücrenin bölümleri arasında geçit naklinin nasıl gerçekleşebileceğine dair pek düzenli olmayan birkaç metnin olduğunu görürsünüz.[4] Ancak bütün yazılarda hücredeki nakil sisteminin, modern hücrelerin sahip olduğu bütün elemanlara sahip olan önceden oluşmuş bakteriyel nakil sistemlerinden meydana geldiği iddiasındadırlar. Bunun bize faydası yoktur. Nakil sistemlerinin nasıl kopyalandığı hakkında bir takım spekülasyonların var olmasına rağmen, içerideki sistemlerin orada nasıl bulunduğu hakkında hiçbir bilgi yoktur. Söylendiğine göre bir noktada bu karmaşık makina aniden meydana gelmiş, fakat hangi aşamalardan geçtiği belirtilmemiştir. Zaten böyle bir sistemin adım adım tamamlanması mümkün değildir.

Kesecik şeklinde gerçekleşen hücre naklinin incelenmesi için en iyi kaynak, (National Academy of Science) Ulusal Bilim Akademisi Başkanı Bruce Alberts, Nobel ödülü sahibi James Watson ve pek çok yardımcı yazar tarafından yayınlanan *Moleculer Biology Of The Cell* (Hücrenin Moleküler Biyolojisi) ders kitabıdır. Kitapta, geçit ve kesecik şeklindeki hücre nakillerinin önemli detaylarına 100 sayfa ayrılmıştır.[5] Bu 100 sayfada, bir buçuk sayfalık bir bölümün başlığı şöyledir: "Zarla Çevrili Organellerin Topografik İlişkileri Evrimsel Kökenlerine Göre Yorumlanabilir". Bu bölümde yazarlar keseciğin hücre zarından koparak sitoplazmaya geçmesiyle, hücrenin içinin dışarısı ile eşit olacağını belirtmektedirler. Daha sonra, nükleer hücre zarı, ER, Golgi ve lizozomların, hücrenin zarının parçaları şeklinde koparak ayrılmasından meydana geldiklerini iddia etmektedirler. Bu doğru olabilir veya olmayabilir, ancak bu, geçit veya kesecik şeklindeki protein naklinin kökenini açıklamamaktadır. Toplama keseciğinden bu bölümde bahsedilmemiştir. Aynı şekilde, doğru güzergahı hedefleme, doğru keseciğe yönelme ve doğru kargonun yüklenmesinde ortaya çıkabilecek problemleri de açıklama-

mışlardır. Kısacası bu açıklamalar, sormakta olduğumuz sorular için yetersizdir. Literatürü araştırmamızın sonucunda, başladığımız andakinden daha fazla bir şey öğrendiğimizi söyleyemeyiz.

KISA BİR ÖZET VE İLERİYE BAKIŞ

Kesecik şeklindeki nakil, kafa karıştırıcı bir işlemdir. Ancak depo bölgesinden binlerce mil uzaktaki kliniğe gidecek aşının, tamamen otomatik olarak dağıtılmasından daha kompleks değildir. Kesecik şeklindeki nakilde oluşabilecek hasarlar, hastalık olan bölgeye gereken aşının dağıtımındaki başarısızlıkla aynı ölümcül özellikleri taşıyabilir. Bu analiz, kesecik şeklindeki naklin eksiltilemez derecede karmaşık olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, böyle bir sistemin gelişiminin aşama aşama oluştuğuna dair yapılan açıklama geçersiz kılınmış olur. Yani Darwin'in evrim teorisine burada da katılmak mümkün olmayacaktır. Biyokimyasal literatürün ve bu konudaki kitapların incelenmesi, hiç kimsenin böyle bir sistemin nasıl meydana geldiğini açıklayan detaylı bir yöntem ortaya süremediğini açıkça göstermektedir. Kesecik şeklindeki naklin olağanüstü karmaşıklığı karşısında, Darwin teorisi suskun kalmaktadır.

Bir sonraki bölümde, kendi kendini savunma sanatını inceleyeceğim. Ama tabii ki moleküler düzeyde. Makinalı tüfekler, savaş gemileri ve nükleer bombaların gelişen dünyamızda gerekli olan birtakım kompleks makinalar olmaları gibi, hassas hücresel savunma mekanizmalarının da oldukça kompleks olduklarını göreceğiz. Darvvin'in kara kutusunda basit olan çok az şey vardır.

BÖLÜM 6

TEHLİKELİ BİR DÜNYA

HER TÜRLÜ BİÇİM VE BOYUTTA

Düşman sayısı çok fazla. Çevremiz herhangi bir sebeple içimize girmek isteyen yaratıklarla çevrili. Pek çok insan ise bu durum karşısında, henüz ölmek istemediğinden, kendilerini savunacak hamleler yaparlar.

Saldırma tehlikesi, her türlü biçim ve boyuta gelebilir. Bu nedenle, savunmaların da çok çeşitli olmaları gerekmektedir. En büyük tehlike milletlerarası savaştır. Ülkelerin yöneticileri daima komşu ülkelerin kaynaklarını ister gözükmektedir, böylece tehdit edilen ülkeler kendilerini korumak zorunda kalırlar veya hoş olmayan şartlarda yenilgiye düşerler. Modern çağda, ülkeler pek çok karmaşık savunma sistemlerine sahip olabilir ABD, depo halinde atom bombalarına sahiptir. Eğer bir başka ülke bize yumruğunu uzatırsa, onların üzerlerine bombalarımızı yandırabiliriz. Eğer tehditlerin şiddetini arttırırsa ve herhangi bir sebeple atom bombalarını kullanmak istemiyorsak, o zaman başka makinalar geliştirebilir. "Akılh” bombalar atan jetler, kilometrelerce uzaktan gökyüzünü denetleyen AVVACS uçakları, gece saldırıları için hazırlanmış özel tanklar, güdümlü füzeler ve dahası. Teknolojik savaş yapılan dünyamızda, altın bir çağ yaşıyoruz.

Savaş gibi büyük tehditler önemlidir. Ama diğer saldırı türleri de öldürücü olabilir. Uçaklara teröristlerin bombalı saldırıları, yeraltı borularında meydana gelen doğalgaz patlamaları, ne yazık ki oldukça sık meydana gelmektedir. Daha da kötüsü, yukarıda bahsedilen silahların hiçbiri doğalgaz patlamalarını engellemeye yardımcı olamayacaktır. Düşmanların nitelikleri belirgin farklılıklarla değiştikçe – yabancı bir ülkeden, yerel terörist bir gruba kadar – savunmanın nitelikleri de değişmelidir. Hükümet yetkilileri havaalanlarına ve stratejik bölgelerdeki silahlarla güvenlik altına alın–

miş bölgelere, bombaların yerine metal dedektörler yerleştirilmektedir.

Terörizm ve savaş bizi tehdit eder, ama sık sık meydana gelmezler. Günlük hayatta, pek çok- kişi hırsızlar tarafından saldırıya uğramakta, aşırı gruplar tarafından gerçekleştirilen veya yabancı ülkelerde meydana gelen saldırılardan dolayı yara almaktadır. Şehrin bazı sokaklarında oturanların pencerelerinde parmaklıklar vardır, kapıdakinin kim olduğunu anlamak için görüntülü diafon sistemleri veya gözetleme deliği taktırırlar, köpeği dolaştırma zamanı geldiğinde bir kutu koruyucu sprey taşırlar. Modern gelişmelerin bilinmediği kasabalarda ise, istenmeyen misafirleri (hem iki hem dört ayaklı olabilen bu misafirleri) dışarıda tutmak için kulübenin çevresine taştan veya ahşaptan bir duvar örülür. Duvarın aşılması durumuna alınan tedbir ise, yatağın yanında bir zıpkın bulundurmaktır.

Sopa, taş, bariyer, silah, alarm, tank ve atom bombasının her biri saldırıları önlemek için kullanılabilir. Hangi silahın kullanılması gerektiğini belirleyen şartlar çeşitli şekillerde değişse de, kısmen aynıdırlar. Bir sopa da, bir tabanca da hırsızı korkutabilir; bir tüfek veya tank terörist grubunu tehdit edebilir ve bir tank ya da atom bombası yabancı bir ülkeye karşı durabilir. Bu yönden bakınca savunma sistemlerinin geliştiğinden bahsedebiliriz. Aynı şekilde, 'rakip tarafların malzemelerinin oldukça karmaşık olduğu bir silah yarışından da söz edebiliriz. İnsanların veya ülkelerin hayatta kalmak için en mükemmel savunma yöntemlerine sahip oldukları bu zamanda, hayatın zorlukları ile ilgili hikayeler anlatabiliriz. Ancak kutuya atlayıp Calvin ve Hobbes'la birlikte uçmaya başlamadan önce, algısal habercilerle fiziksel haberciler arasındaki ayrımı gözden geçirmekte fayda var. Savunma için, bir taş ya da bir silah kullanılabilir, ama taş küçük aşamalarla bir silaha dönüşemez. Bir yakıcı sprey, el bombasının fiziksel habercisi değildir. Bir jet uçağı, zamanla bir atom bombasına dönüşemez. Oysa her ikisinde de vida ve cıvatalar vardır. Darvvin'in evriminde ise sadece fiziksel haberciler dikkate alınmaktadır.

İnsanlar ve büyük hayvanlar, bir insanı tehdit edebilecek unsurların tümü değildir. Bunun yanında bombaları, silahları ve taşları etkisiz kılacak minyatür saldırganlar da vardır. Bakteriler, virüsler, mantarlar bunların hepsi, eğer yapabilseler, bizi yemekten zevk duyacaklardır. Bazen bunu da başarırlar ama çoğu zaman tam tersi olur, çünkü vücudumuz mikroskopik saldırılara karşı gelecek savunma sistemine sahiptir. Savunmanın ilk aşaması deridir. Yol kenarlarındaki şarampol bariyerleri gibi,

deri de böyle basit bir metot ile çalışır: İnşa edilmesi zor bir bariyerdir. Derileri yanan hastalar genellikle deriden içeriye yayılmış olan enfeksiyona karşı koyamazlar, çünkü deri bariyeri çatlamıştır ve içteki savunma dışarıdan gelen sayısız ziyaretçinin istilasına karşı koyamamaktadır. Ancak, deri vücudun önemli bir parçası olmasına rağmen, savunma sisteminin fiziksel bir başlatıcısı değildir.

İçeriye girmeye çalışan herhangi bir yabancıya karşı gelmek için, bazen evleri çevreleyen duvarların üzerine sivri uçlar eklenir. Bronx'da yaşadığım yıllarda neredeyse bütün bariyerlerin üzerinde kesici teller vardı. Bunlar elbetteki modası geçmiş dikenli tellerden daha kesici ve daha caydırıcı idi. Ucu sivri demir veya kesici tel; bir çitin genelde parçası değillerdir, bunlar sadece korumanın etkinliğini arttıracak eklemelerdir. Yine bariyer gibi, kesici tel de bir silahın fiziksel habercisi olamaz.

Derinin de aynı şekilde etkinliğini arttırabilmek için çeşitli ilaveleri vardır. Biyokimya laboratuarında, elinize aldığınız materyallerden korunmanız için eldiven giymeniz gerekmektedir. Ancak bazen eldiveni, materyalin de sizden korunması için giyebilirsiniz. RNA'larla ilgilenen insanlar eldiven takarlar, bunun nedeni, insan derisinin RNA'yı parçalayan enzimler içermesidir. Neden? Pek çok virüs RNA'dan yapılmaktadır. Böyle bir virüs için enzim, derideki kesici teldir: bariyeri geçmeye çalışan her RNA, parçalara ayrılacaktır.

Deride başka engeller de bulunmaktadır. Bunların en ilginçlerinden bir tanesi magainins ad, verilen bir molekül sınıfıdır. Bunun keşfi; Mike Zasloff tarafından yapılmıştır. Onu buna iten sebep ise. laboratuvar koşullarında yaşatılan kurbağaların siteril olmayan koşullarda kesilip açıldıktan ve ardından dikiş atılıp yaranın kapanmasından sonra, nasıl nadir olarak enfeksiyon kaptıklarını merak etmesidir. Zasloff, insan derisinin bakteri hücrelerini öldüren bir maddeyi dışarı saldığını göstermiştir. Bundan sonra magainins pek çok farklı hayvanda da keşfedilmiştir. Ama magaininsler, RNA bozucu enzimler gibi hayvanların derilerinin altındaki karmaşık savunma sisteminin habercileri değildirler.

Ağır silahları bulabilmek için asıl, derimizin altına göz atmak gerekmektedir. Omurgalıların vücutlarında bulunan savunma sistemi, baş döndürücü şekilde karmaşıktır. Örneğin; Modern Amerikan ordusu gibi kullanımlarında birbirleriyle farklılıklar gösteren çeşitli silahlara sahiptir. Ancak yukarıda bahsettiğimiz silahlar gibi, bağışıklık sisteminin farklı parçalarının da, birbirlerinin fiziksel habercileri olduklarını düşünmeme-

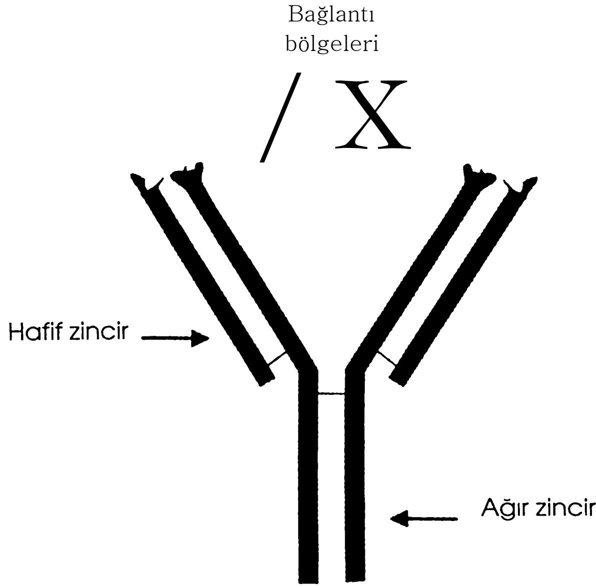
liyiz. Vücudun savunması, araştırmaların yöneldiği aktif bir alan olmasına rağmen, belirli konularla ilgili pek çok detay bilinmektedir. Bu bölümde, bağışıklık sisteminin seçilen parçalarından bahsedecek ve bunların aşamalarla meydana gelen evrim modeli için ortaya çıkardıkları problemlere değineceğim. Bu sistemin sahip olduğu akıldan hayrete düşen ve daha fazlasını öğrenmek isteyenlere, savunma sistemini detaylarıyla anlatan bir kitabı incelemelerini tavsiye edebilirim.[2]

DOĞRU MADDE

Mikroskopik bir saldırgan, vücudun dışındaki korumalarını aşmayı başardığında, savunma sistemi harekete geçer. Bu durum otomatik olarak gerçekleşir. Vücudun moleküler sistemleri, Yıldız Savaşlarındaki veya ordunun planladığı anti-füze sistemi gibi, otomatik pilotu harekete geçirmek için tasarlanmış robotlardır. Savunma sistemi otomatiğe geçirildiğinden, her aşama bazı mekanizmalar tarafından dikkate alınmalıdır. Otomatiğe alınmış savunma sisteminin ilk problemi yabancıyı nasıl tanıyacağıdır. Bakteriyel hücreler kan hücrelerinden ayırt edilmelidir, virüsler bağ dokularından ayrılmalıdır. İnsanların aksine bağışıklık sistemi göremez, bu nedenle dokunma duyusuna benzer bir sisteme güvenmelidir.

□ Antikorlar bağışıklık sisteminin "parmaklarıdır". Yabancı maddenin vücutta ayrıştırılmasını sağlarlar. Antikorlar aminoasitlerin dört zincirinin dizilimi ile oluşurlar (Şekil 6-1); birbirinin aynı iki hafif zincir ve yine birbirinin aynı iki ağır zincir. Hafif zincirler, ağır zincirlerin iki katı büyüklüktedir. Hücredeki dört halka, Y harfine benzer bir kompleks meydana getirir. İki ağır halka ve iki hafif halka da birbirleriyle aynı olduklarından, ortaya çıkan Y şekli simetriktir: Eğer elinize bir bıçak alır ve bunu ortadan ikiye keserseniz, birbirine benzer parçalar elde edersiniz. Her birinde bir ağır, bir hafif halka vardır. Y'nin her eğrisinin sonunda özel bir yer vardır. Buna bağlantı bölgesi denir. Bağlantı bölgesinin çizgileri, hem hafif halkadan hem de ağır halkadan oluşmaktadır. Bağlantı bölgeleri çeşitli şekillerden meydana gelebilirler. Bir antikorun, dışarı doğru uzanmış bir yerinde bağlantı bölgesi olabileceği gibi, başka bir yerde de bulunabilir. İkinci bir antikorun ise sol tarafında artı yükü, ortasında bir yarık ve sağında ise bir çıkıntı bulunabilir.

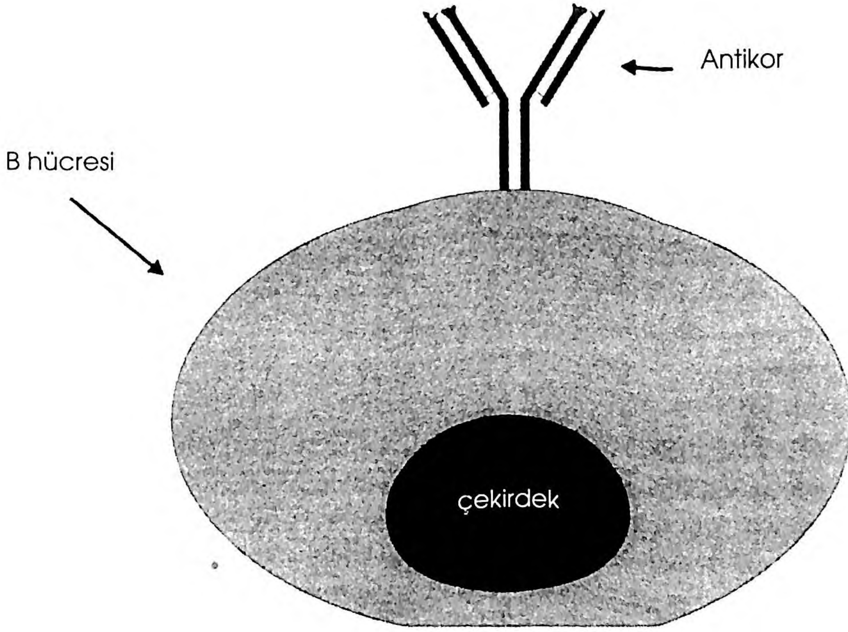
ŞEKİL 6-1
BİR ANTİKOR MOLEKÜLÜNÜN ŞEMATİK ÇİZİMİ.



Bağlantı bölgesinin şekli, yabancı virüs veya bakterinin yüzeyindeki molekülün şeklini tamamlıyorsa, o zaman antikor bu moleküle bağlanır. Bunu daha iyi anlamak için üzerinde içe doğru girintisi bulunan bir ev eşyası düşünebilir, bu girintinin üzerine birkaç yumru yerleştirilebilir. En küçük kızımın, ön ve arka koltukları olan bir oyuncak vagonu var, bunun gibi bir eşya konuya çok iyi bir örnek olabilir. Şimdi vagonu veya objeyi alalım, evin çevresinde dolaşalım ve arka koltuğu da ön koltuğu da, hiçbir boşluk kalmadan dolduracak şekilde, vagonun girintisine uyan kaç tane başka nesnenin olabileceğini bulmaya çalışalım. Eğer bir tane bile bulursanız, benden şanslısınız demektir. Evimdeki hiçbir şey bu vagona uymaz. Aynı şekilde ofisimde ve laboratuvarımda da uyabilecek hiçbir şeye rastlamadım. Dışarıda bir yerlerde vagondaki girintiyi tamamlayabilecek bir şeklin bulunabileceğine inanıyordum, ama henüz onu bulamadım.

Vücudun problemi de aynıdır, verilen bir antikorun herhangi bir yabancıya bağlanma olasılığı oldukça azdır. Bunu kanıtlamak için her saldırgan için en azından bir antikor bulunması gerekirse, bundan milyarlarca hatta trilyonlarca üretmek gereklidir. Genellik-

ŞEKİL 6-2
B HÜCRESİNİN ŞEMATİK ÇİZELGESİ.



le her yabancı için, çalışan tek bir antikoru bul$_{ma}$k 100.000 örnek gerektirecektir.

Bakteriler vücuda girdiğinde çoğalırlar. gj$_{r}$ $_{an}$tjk$_{0}$r bakteriye bağlandığında, etrafta dolaşan pek çok bakteri kopyası meydana gelecektir. Truva atı ile karşılaştırılanda, vücudun 100.000 tane silahı bulunur ama bunlardan sadece bir tanesi işler. Bir tabanca, bir sürü karşısında pek bir işe yaramayacaktır ve bu güce destek yapılması gerekmektedir. Bunu yapmanın bir y$_{Q}$lu vardır, ama önce biraz geriye dönmeli ve antikorların nasıl meydana geldikleri hakkında biraz daha bilgi almalıyız.

Milyarlarca farklı çeşit antikor vardır. Antikorların her çeşidi, ayrı bir hücrede üretilirler. Antikorları üreten hücrelere B hücreleri adı verilmektedir Kemik iliğinde üretilen[2]. B hücresi ilk oluştuğunda içindeki mekanizma, DNA'sında kodlu olan pek çok antikor geninden bir tanesini rastgele seçer. Bu gene "açık" diğer bütün antikor genlerine de "kapalı" adı verilir. Böylece hücre, farklı bir bağlantı bölgesi olan sadece tek bir antikor üretir. O zaman

prensip olarak, bir hücre ve bir tür antikor oluşmaktadır.

Hücre kendi antikorunu üretmeye kalkıştığında, vücudu dolaşabilmek için antikorun hücreyi terk etmesi gerekecektir. Ancak B hücrelerinin tümü göz önüne alındığında, antikorun hangi hücreden geldiğini söylemenin imkanı yoktur. Hücre, yalnız bir tipte antikor üreten bir fabrika gibidir. Eğer antikor bakteriyi bulursa hücreye antikor takviyesi göndermesini söylememiz gerekmektedir. Ancak varsayıma dayanan yöntemlerle, bu soruna bir cevap alamayız.

Neyse ki, vücut tahminimizden daha temkinlidir. B hücresi ilk olarak antikorunu ürettiğinde antikor, Y'nin çatallarının bağlanmış olduğu hücre zarına tutunur. (Şekil 6-2) Hücre bu hileyi normal bir antikor için kodlanan geni kullanarak yapar ve aynı zamanda proteindeki yağ molekülünü oluşturan bağlantı için kodlanmış genin bir parçasını kullanır. Zar kaygan olduğundan, parça zara yapışır. Bu aşama kritiktir, çünkü antikorun bağlantı bölgesi, kendi fabrikasına bağlı durumdadır. Böylece B hücresini üreten fabrikanın tamamı vücudu dolaşır ve yabancı saldırgan içeri girdiğinde antikorun bağlı olduğu hücreye bağlanır.

Şimdi yabancıların eline geçmiş bir fabrikamız var. Eğer hücre daha fazla antikor üretmek için sinyal alsaydı, o zaman saldın takviye ile desteklenirdi. Neyse ki, sinyal göndermenin bir yolu vardır; ancak ne yazık ki oldukça karmaşıktır. B hücresindeki antikor yabancı bir moleküle bağlandığında, yabancıyı ortadan kaldırmak için kompleks mekanizmayı harekete geçirir. Aslında, malzeme fabrikası bir rehine almış sayılır. Daha sonra antikor küçük bir kesecik meydana getirmek için hücre zarının bir parçasını ayırır. Daha doğrusu, gideceği yere ulaşmak için bir taksi meydana getirir. Bu taksi ile rehine, B hücresi fabrikasına getirilir. Hücrenin içinde (hâlâ takside) yabancı protein parçalanır ve yabancı proteinin bir parçası başka bir proteine bağlanır. (Buna MHC proteini adı verilir.) Yardımcı T hücresi, saldırganın kesilen parçasını taşıyan B hücresine bağlanır. Eğer bu hücreye tam olarak uyarsa, yardımcı T hücresinin (interleukin) denilen maddeyi salgılamasını sağlar. Interleukin, savunma departmanından cephane fabrikasına giden bir mesaj gibidir, interleukin, B hücresinin yüzeyindeki başka bir proteine bağlanarak, B hücresinin çekirdeğine mesaj gönderen zinciri kırar. Mesaj şudur: çoğal!

hücrelerine bağlanırlarsa interleukin salgılamaya devam ederler. Sonunda gelişen B hücresi fabrikası, "plazma hücreleri" adı verilen belirli hücreler şeklinde atık fabrikaları üretir. Zara bağlı duracak birtakım antikorlar üretmek yerine plazma hücreleri, proteinin son yağ molekülü parçasını bırakırlar. Artık serbest antikor, hücre sıvısı içinde büyük miktarlarda ortaya çıkmaktadır. Bağlantı kritiktir. Eğer yeni plazma-hücre fabrikaları eski B-hücre fabrikalarına benzeseydi, antikorlar sınırlı kalacaktı ve saldırganları durdurmakta başarılı olamayacaktı. O

ADIM ADIM

Bu sistem adım adım gelişebilir mi? Milyarlarca, trilyonlarca B hücresi fabrikasını düşünelim. Antikor üretim hücrelerinin karışımından doğru hücreyi belirleme işlemine klonal seçim adı verilmektedir. Klonal seçim yabancı ziyaretçilerin pek çoğuna belirli bir cevap verebilmenin en iyi yoludur. İşlem; sayısız aşamaya bağlıdır, bunların bazılarını henüz açıklamadım. Bunları şimdilik bir kenara bırakıp, klonal seçim sistemi için en az gereksinimimiz olan şeyleri ve bu gereksinimlerin aşama aşama meydana gelip gelmediğini inceleyeceğiz.

Sistemin anahtarı, protein için gerekli olan genetik bilgi ile proteinin bağlantı kabiliyetinin fiziksel aktarımıdır. Teorik olarak, Y sistemine bağlanan ve protein için kodlama yapan DNA'yı içeren antikorun üretimi ile bu başarılabilir. Ancak gerçek hayatta, bu tip bir düzen işlemeyebilir. Protein kendi genetik bilgisine bağlı olabilir, ancak hücre zar ile çevrili olduğundan, antikor hücrenin dışında bulunan yabancı madde ile bağlanmayacaktır. Hücreden antikorun ve ona bağlı genin meydana geldiği sistem bu problemin üstesinden gelir: hücrenin dışındaki DNA mesajını daha fazla proteine nakledecek hücresel bir makina olmayacaktır.

Antikorun zara bağlanması problem için iyi bir çözümdür: burada antikor hâlâ yabancı bir hücre ile karşılaşabilecek ve aynı zamanda DNA'sının yakınında olmaya devam edecektir. Ancak antikor hücreden uzaklaşmadan yabancı maddeye bağlanabilmesine rağmen, DNA ile fiziksel bir bağlantısı yoktur. Protein ve DNA'nın görme yetenekleri olmadığından, birbirlerine mesaj iletmek için bir çare bulmalıdırlar.

Şimdilik bu tartışmanın geleceği açısından, bağlantı mesajının B-hücresi çekirdeğine ulaştığı (taksi tutması gerektiğini, yutma işlemini, MHC,

yardımcı T hücrelerini, interleukin vb.) dolambaçlı yolu unutalım. Bunun yerine sadece tek bir proteinin bulunduğu daha basit bir sistem düşünelim. Diyelim ki, antikor yabancı moleküle bağlandığında, diğer proteinleri harekete geçiren bir madde meydana getirir. Bu, rehinenin harfini fabrika çekirdeğine götüren, bir habercidir. Belki de rehine ilk bulunduğunda antikorun şekli değişmekte veya antikorun çatalından bir parçayı almaktadır. Antikorun çatalının bir parçası belki de hücrenin içine yapışmaktadır. Bu bölüm, haberci proteini harekete geçirmektedir. Çataldaki değişiklik haberci proteinin çekirdeğin içine kaçmasına ve belirli bir noktada DNA'ya bağlanmasına yol açabilir. DNA'da doğru yere bağlanması, hücrenin gelişimini başlatmak ve yağ molekülü içeren çatal olmadan antikor üretimini başlatmak içindir – hücreden dışarı atılan antikor, saldırıya karşı mücadele etme görevini taşımaktadır.

Bu basite indirgenmiş şema içinde dahi, üç kritik durum ile başbaşa kalırız: 1) antikorun zar ile çevrelenmiş hali; 2) haberci; ve 3) antikorun dışarı atılan hali. Eğer bu bileşiklerden herhangi biri olmazsa, sistem işlevini sürdüremez. Eğer zarda hiç antikor bulunmazsa, o zaman genetik bilgi taşıyan hücreye yabancı bir saldırganın başarılı bir şekilde bağlanma yolu yoktur. Eğer nakledilmiş hiçbir antikor yoksa, o zaman sinyal aldığında saldırı bölgesine gönderilecek hiçbir şey yoktur. Eğer haberci protein yoksa, o zaman zardaki antikor bağlantısını yapma ve doğru genin harekete geçmesi arasındaki ilişki gerçekleşemez. (Bu durum, sistemi ancak telleri kopmuş bir kapı zili kadar kullanışlı yapar.)

Hücrenin aşamalı Darwin adımlarıyla böyle bir sistemi geliştirmeye çalışması kuşkulu olacaktır. Önce ne yapması gerekmektedir? Bunun bir fayda getireceğinin garantisi yoksa, bol miktarda antikor salgılamak kaynakların boşa harcanmasıdır. Zarla çevrili antikoru üretmek de aynı sonucu verecektir. Peki, kendisine kimse mesaj göndermezken ve mesajı alacak hiçbir şey yokken, neden önce haberci protein üretilir? Bu şekilde açıkça tek bir sonuca ulaşıyoruz; oldukça detaylı biçimde basitleştirilmiş bu klonal seçim, ağır aşamalı adımlarla meydana gelemez.

Bu basite indirgenmiş düzeyde dahi, sıralanan üç durum ancak bir anda gelişmiş olmak zorundadır. Bu üç durumun her biri, – sabitlenmiş antikor, haberci protein ve gevşek antikorlar – ayrı tarihlerde gerçekleşmiş olaylarla üretilmeliydiler. Hatta belki de antikor sisteminin parçalarının içinde diğer zor işleri yapan, daha önceden ortaya çıkmış olan proteinleri değişikliğe uğratacak; koordine edilmiş mutasyon serileri tarafından meydana getirilmeliydiler. Darwin'in küçük adımları, gerçekleşmesi

analizimiz pek çok karmaşıklıkları içermektedir. Hücre, nasıl olur da kendisine bir yağ molekülü ekleyebilir veya çıkartabilir? Mesaj sistemi bizim basite indirgenmiş versiyonumuzdan çok daha karmaşıktır. Proteinin sindirilmesi, parçalanması, MHC proteinin üzerinde bulunması, yardımcı T hücresi tarafından MHC/saldırganın hemen tanınması, interleukin salgılanması, interleukinin B hücresine bağlanması, interleukinin çekirdeğe bağlandığını belirten sinyalin gönderilmesi – sistemin kökeni için planlanan aşamalı yöntemlerin var olma ihtimali, genç bir insanın saçlarını ağartacak niteliktedir.

KARIŞTIR VE EŞLEŞTİR

Çevremizde pek çok fabrika vardır ve vücuda girebilecek her şekildeki saldırgana karşı koyabilecek antikoru da beraberlerinde getirirler. Fakat vücut milyarlarca sayıda farklı antikoru nasıl üretmektedir? Böyle farklı proteinlere sahip antikorların üretiminde hepsi için ayrı bir genetik kodlama gerektirmeyecek özel bir teknik mevcuttur. Bundan sonraki sayfalarda bu sistemi daha detaylı olarak anlatacağım. Eğer detaylar aklınızdan uçup giderse sakın endişelenmeyin, çünkü benim buradaki amacım sizin bağışıklık sisteminin karmaşıklığını fark etmeniz ve takdir etmeniz.

□ Bilimadamlarının bağışıklık sisteminin karmaşıklığını fark etmesi müthiş bir buluştu. Bu buluşun başlangıcında biraz acımasız ama gerekli bir deney uygulandı. Sadece ne olduğunu görmek amacıyla kimyagerler, doğada bulunmayan bazı küçük moleküller ürettiler ve bunları bir proteine bağladılar. Bu sentetik molekülleri taşıyan protein bir tavşanın vücuduna enjekte edildiğinde, tavşanın vücudunda oluşan antikorlar bu sentetik moleküllere bağlandı. Bu nasıl gerçekleşmişti? Ne bu tavşan ne de ataları, daha önceden bu sentetik molekülle karşılaşmamıştı; öyleyse bunlara karşı antikor üretmeyi nasıl başarmışlardı? Daha önceden görmediği bir molekülü nasıl tanımıştı?

Bunun üzerine Bağışıklık üzerine çalışmalar yürüten bilimadamları, "antikor çeşitliliği" konusunda yoğunlaştılar. Olası birkaç açıklama ortaya atıldı. Proteinlerin esnek moleküller olduğu bilinmekteydi, ve antikorlar da proteinlerdi. Öyleyse belki de yeni bir molekül vücuda enjekte edildiğinde antikor onu sarmalıyor, onun şeklini alıyor ve daha sonra bu şekilde donup kalıyordu. Ya da sa-

vurma çok önemli olduğu için, organizmaların DNA'larında çok farklı şekillerde antikor için bir şifreleme vardı. Böylece henüz görmedikleri şeyleri bile tanıyabiliyorlardı. Fakat böyle sınırsız sayıda antikor için yapılacak bir şifreleme, DNA'daki mevcut kapasiteden daha fazlasını alacaktı. Bu durumda demek ki sadece bir kaç tane antikor vardı ve hücre bölündüğünde ise sadece bağlantı bölgelerinde birçok mutasyonun aynı anda gerçekleşmesi mümkün olmalıydı. Bu şekilde vücuttaki her B hücresi, yeni bir antikor için farklı mutasyonları gerçekleştirme imkanına sahip olacaktı. Ya da bu yöntemlerin kombinasyonu kullanılıyor veya bilinmeyen bir yöntem uygulanıyordu.

Antikor çeşitliliği sorunu aslında yeni bir buluşu bekliyordu: yeni bir protein üretimi için gereken bir gen, her zaman DNA üzerinde bulunmak zorunda değildi, çünkü şifrelere ekleme yapılabilirdi.[3] Eğer genleri cümlelere benzetirsek, bir protein için gereken kodlama "Hızlı kahverengi tilki, tembel köpeğin üzerinden atlar" şeklinde ifade edilirse; bu değiştirilerek "Hızlı kahverengi badjfkd tilki, tembel ıaıdoıoa köpeğin üzerinden lskd atlar", yapılabilir. Belirli bir anlam ifade eden DNA şifresi bozularak, aralara protein için yeni eklemeler yapılmıştı. Genler üzerinde yapılan sonraki araştırmalarda ise sonraki aşamalarda düzeltmeler yapıldığı ortaya çıktı – DNA geninin bir RNA kopyası yapıldıktan sonra anlamsız ifadeler ayıklanıyordu. DNA şifresine böyle eklemeler yapılmış olsa bile, RNA mesajında düzeltmeler yapılması doğru proteinin üretilmesi için yeterli oluyordu. Bundan daha ilginç olan, antikor genler, söz konusu olduğunda DNA'nın kendi kendine bu düzenlemeyi yapabilmesiydi. Yani kalıtımla gelen genler değiştirilebiliyordu. Çok şaşırtıcı!

DNA'ya eklemeler yapılması ve daha sonra bunların düzeltilmesi, vücutta bulunan inanılmaz sayıdaki farklı antikoru açıklama yollarından biridir. Aşağıda size vereceğim bilgiler, bilimadamlarının yıllarca yaptıkları çalışmaların bir özetidir. Onların bu çabaları sayesinde sırların bir kısmı çözülebilmiştir.

Döllenmiş yumurtanın içindeki genlerde antikorların üretimi için gerekli şifreler bulunmaktadır. Genler küçük gruplar şeklinde toplanmışlardır. Bunlara grup 1, grup 2 gibi isimler vereceğim. İnsanlarda genellikle grup 1'de 250 gen parçası bulunur; DNA üzerinde aşağı doğru giderken on gen parçası grup 2'yi oluşturur ve altı gen parçası grup 3'ü oluşturur; DNA üzerinde takip edilirse

bu oyundaki oyuncular bunlardır.

Bebek büyümeye başladıktan sonra yapmak istediği şeylerden biri de vücudundaki B hücrelerini arttırmaktır. Bu hücreleri üretirken komik bir durum yaşanır: şifrelenmiş DNA tekrar düzenlenir ve hatta bir kısmı kesilip atılır. Grup l'den bir parça alınır ve grup 2'ye gelerek rastgele birleşir. Arada kalan DNA parçası ise ayrılır. Daha sonra grup 3'ten bir gen parçası alınarak yine rastgele, grup 1 ve 2'ye bağlanır.

Gen parçacıklarının birleşmesi beklenmedik bir olaydır - hücreler genellikle bunu yapmazlar. Bu şaşırtıcı işlem nedeniyle, bazı aminoasitler eklenebilir veya kaybolabilir (aminoasitler proteinlerin yapı taşlarıdır). Grup 1-2-3 bir araya geldiği zaman, DNA şifresinin yeni düzenlenmesi tamamlanmış olur.[4] Antikor üretmek gerektiğinde ise hücre bu grup 1-2-3 kombinasyonunun bir RNA kopyasını yapar ve grup 4'ten bir parçayı bu RNA kopyasına ekler. Sonuç olarak protein üretimi için kodlama yapan bölgeler, RNA üzerinde yeniden düzenlenmişlerdir.

Peki bu süreç, antikor çeşitliliğini nasıl açıklamaktadır? Grup 1, 2 ve 3'ten gelen gen parçaları, bağlanma bölgesinin bir kısmını oluşturmaktadır - Y şeklinin uçlarını. Bu üç farklı gruptan gelen parçaları karıştırarak ve eşleştirerek, farklı çeşitlerde bağlantı bölgeleri elde edilmektedir. Örneğin, grup l'deki gen parçasının bağlantı bölgesinde bir çıkıntı oluşturduğunu varsayalım, ve başka biri de artı yük oluşturmaktadır. Daha sonra grup 2'deki başka genlerin bir yağ molekülü, eksi yük ve derinlik kazandırdığını düşünelim. Grup 1 ve 2'den rastgele parçalar seçildiğinde altı farklı kombinasyon elde edersiniz: yağ molekülü yanında çıkıntı, eksi yük, derinlik; yağ molekülünün yanında artı yük, eksi yük veya çıkıntı. (Aslında bir şapkanın içindeki numaraları çekerken oluşacak farklı ihtimaller gibi düşünülebilir. 0 ve 9 arasındaki rakamlardan sadece 3 tanesinin seçilmesi, bin farklı kombinasyon oluşturacaktır.) Bir antikor zinciri oluştururken ise, hücre grup l'deki 250 gen parçasından bir adet, grup 2'deki on taneden bir adet ve grup 3'teki altı taneden bir adet seçer. Ayrıca bu rekombinasyon sırasındaki karışıklık gen parçalarını "karıştırır" (bazı aminoasitler zincire eklenir veya dışarıda kalır); bu sayede var olan çeşitliliğe bir 100 farklı faktör de eklenir. Böylece DNA parçalarını karıştırarak ve eşleşti-

rerek, 250 x 10 x 6 x 100 adet kombinasyona ulaşabilirsiniz, bu da bir milyon kadar zincir oluşturma imkanı vermektedir. Benzer süreçler sayesinde on bin farklı hafif zincir de elde edilebilir. Böylelikle bir ağır zinciri, bir hafif zincire eşleştirerek her hücrenin tek başına on bin çarpı bir milyon, yani on milyar kombinasyon yapması mümkün olabilir! Bu kadar çeşitli antikor sayesinde aynı çeşitlilikte bağlantı bölgesi oluşabilir, öyle ki karşılarına çıkan herhangi bir moleküle bağlanabilme imkanları olur – hatta sentetik olanlar bile. Ve bu çeşitliliği sağlayan ise sadece dört yüz kadar farklı gen parçasıdır.

Hücrenin bu antikor çeşitliliğini arttıracak başka teknikleri de vardır. Bunlardan biri dışarıdan gelen saldırı üzerine uygulanır. Hücre yabancı maddeye bağlandığında, bölünmesi gerektiğini haber veren bir sinyal alır; bu bölünme sırasında sadece hafif ve ağır gen zincirlerine ait bölgelerde "özellikle" mutasyonların gerçekleşmesine izin verir. Bu şekilde başarıya ulaşacak farklı antikorların oluşması kolaylaşmış olur. Ana hücre zaten bağlanması muhtemel bir antikor ürettiği için, gen diziliminin değiştirilmesi ile ondan daha iyi bağlanabilecek hücreler oluşabilir. Hatta yapılan araştırmalarda, sonradan oluşan antikorların öncekilerden daha iyi bağlandığı ve yabancı maddeleri teşhis ettiği anlaşılmıştır. Bu "somatik hipermutasyon" sayesinde varolan antikor çeşitliliği da-

d n r.

Ha B^TcrÎri fabrikaları ile plazma fabrikaları arasındaki farklılığı hatırlıyor musunuz? Ya da B hücresinin zarına bağlanan antikorun bağlantı bölgesindeki yağ molekülünü? Bir plazma hücresi için, genin RNA kopyası üretildiğinde, zardaki parça kopyalanmaz. Bu parça, genin geriye kalan kısmından ayrı tutulur. DNA bu aşamada şöyle bir cümleyi andırmaktadır; *"Hızlı* aoeıfoıd ald-kkd fhh *kahverengi tilki,* adskfladk *tembel* ıosdık *köpeğin* adjfkd *üzerinden atlar ve* jadıoaıd *tavşanı yer"* Kelimeler eklenebilir veya çıkartılabilir, fakat her koşulda yine de bir anlam ortaya çıkmaktadır. O

SANTİM SANTİM

Bir antikor-çeşitlendirme sisteminin işlemesi için farklı parçaların beraber çalışması gerekir. Bunlardan ilki genlerdir. İkinci olarak, gen

parçalarının başlangıç ve bitiş noktalarını belirleyen sinyaller gelmektedir. Modern organizmalarda her parça farklı sinyallerle belirlenir ve böylece enzime verilen mesaj da bu bölgeye gelip eklemesi veya çıkarması söylenir. Bu da şöyle bir cümleye benzemektedir, *"Hızlı* k*buradan* /ces[fskjf]buradan *kesahuerengi tilki, tembel* köp*buradan* kes[eı-vveoı kİ*jburadan keseğin üzerinden atlar."* Başlangıç ve bitiş noktalan olduğu müddetçe, hücre bilgiyi bir arada tutmayı başarır. Üçüncü bir makine da, kesme sinyallarini tanıyan moleküler sistemdir. Böylece doğru parçalar bir araya getirilebilir. Bu makinanın yokluğunda parçalar hiçbir zaman kesilemez veya birleştirilemez. Sinyallerin yokluğunda ise, arada sırada kağıt kesen bir makinanın kağıttan bir bebek yapmasını beklemek gibi çaresiz kalınacaktır. Ve tabii ki, antikorun üretimi için gerekli olan mesaj eksik kaldığında, yukarıdakilerin hiçbiri gerçekleşemeyecektir.

Minimum fonksiyonun gerekliliği, sistemin eksiltilemez karmaşıklıkta olduğunu göstermektedir. Fırtınalı bir denizde salın üzerinde kaldığınızı düşünün, ve şans eseri yanınızdan içinde motor olan bir kutu geçti. Bu motoru salınıza monte ettikten sonra, aslında pervanenin günde yalnızca bir kez döndüğünü görseydiniz; sevinciniz pek uzun süreli olamazdı. Kompleks bir sistem fonksiyonlarını yerine getirmesine rağmen, eğer performans istenilen düzeyde değilse sistem başarısız olacaktır.

Antikor çeşitliliğinde yaşanan problemler, minimum fonksiyonun gereksinimini ortaya çıkarır. Birkaç antikora sahip bir organizma, günde bir kez dönen pervaneye benzetilebilir: çeşitliliği yaratabilecek düzeyde değildir. (Gözünüzde daha iyi canlanması için kayıtlarında yalnız iki parmak izi bulunan FBI yetkililerini düşünün! Bu durumda yüzlerce, hatta binlerce suçluyu bu iki parmak izine göre yakalamak zorunda kalacaklardı.) Tehdit unsuru olarak ortaya çıkan bakteriye uygun antikora bağlanma ihtimali çok yüksek olmadığı için, - yüz binde bir gibi bir ihtimal - beş ya da on farklı antikor üreten bir canlı, kaynaklarını gereksiz yere tüketmiş olurdu. Ya da derisi kalınlaşır ve RNA'yı bozunmaya uğratacak bir enzim geliştirirdi. Bir işe yarayabilmesi için, antikor-üretme sisteminin en başından itibaren çok fazla antikor üretmesi gerekir.

HEDEFTEKİ ADAM

Bundan bin sene önce bir grup insanla birlikte, büyük bir kampta yaşadığınızı düşünün. Kıyıya çok yakın olduğunuz için, Vikingli saldırgan-

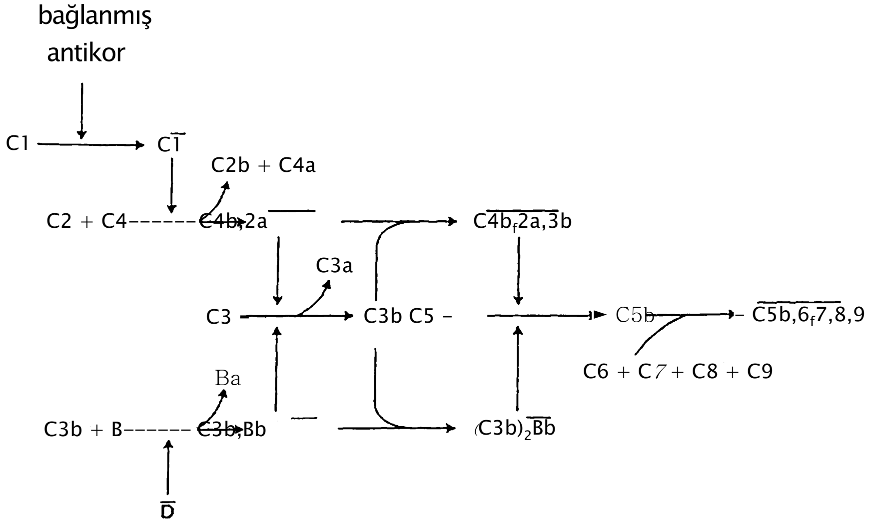
lardan çekinmek zorundasınız. Yaşadığınız bölge sağlam ve kalın tahtalardan oluşmuş bir çit ile çevrelenmiş; ve bir saldırı anında ise çitlerin üzerinden yağ dolu kazanlarla saldırganları uzaklaştırmaya çalışıyorsunuz. Bir gün aniden yaşadığınız yere yolu düşen bir gezgin kapınızı çalar: Çantasının içinden çıkardığı geleceğe ait bir silahı size satmayı teklif eder. Buna "tabanca" der, ve tetik çekildiğinde hedeflediğiniz yöne doğru bir vurucu gönderdiğini söyler. Bu silah taşınabilirdir ve düşman yerini değiştirdiğinde, kolaylıkla kampın bir tarafından diğerine taşınabilir. Siz ve kampın diğer üyeleri silah karşılığında gezgine, dört inek ve iki keçi verirsiniz.

Sonunda bir süre sonra kampınıza bir saldırı olur. Kızgın yağları dökmenize rağmen saldırganları koruyucu kalkanları vardır. Kampın kapısının zorlandığını fark ederek, elinize tabancanızı alarak güvenle ilerliyorsunuz. Sonunda kapı yıkılıyor ve saldırganlar çığlıklar atıp, baltalarını sallayarak içeriye giriyorlar. Tabancayı doğrultup liderlerini hedef alıyorsunuz. Vurucu havada uçuyor ve viking liderinin tam burnuna hedef alıyor. Bu sırada tabancanın ağzından çıkan bayrakta sizin anlamadığınız şu kelimeler yazıyor; "Acme Oyuncak Tabancası" . Viking lideri durup size doğru bakıyor ve yüzünüzdeki gülümseme yavaşça kayboluyor. O ve arkadaşları size doğru koşmaya başlıyor, ve hikaye bu ya, yirminci yüzyılda bir biyokimyacı olarak tekrar dünyaya geliyorsunuz.

Antikorlar da tıpkı oyuncak tabancalar gibidir: kimseyi incitmezler. Eski bir evin kapısında yazan "Yıkılacak" işareti veya kesilecek bir ağaç üzerine turuncu renkle çizilen "X" işareti gibi, antikorlar da yok edilecek nesneyi sadece işaretleyerek diğerlerine sinyal verirler. Sistemin bu derece karmaşık bir işleyişle sınırsız antikor üretmeye çalışmasına rağmen, yalnız bir iki saldırgan hücrenin belirlenmesi şaşırtıcıdır.

□ Antikorlar tarafından işaretlenmiş yabancı hücrelerin öldürülmesi "tamamlayıcı" sistem tarafından gerçekleştirilir. İsminin bu şekilde olmasının nedeni, yabancılardan kurtularak antikorların hareketlerini tamamlamasıdır. Yöntem oldukça karmaşıktır (Şekil 6-3); bu sistem çeşitli nedenlerden dolayı 4. Bölüm'de incelediğimiz kanın pıhtılaşması şelalesine benzer. "Klasik yol" ve "alternatif yol" adı verilen iki sentezleme yöntemiyle oluşturan yaklaşık 20 çeşit protein içerir. Klasik yol; C1 denilen protein birleşiminin, yabancı bir hücrenin yüzeyine bağlı olan bir antikora bağlanması ile başlar. C1 kompleksinin sadece bağlı olan antikoru tanıması ilginçtir. Eğer Cl, kanda dolaşan bir antikora bağlanırsa, o zaman

Şekil 6-3
TAMAMLAYICI SENTEZ.



Cl'lerin tümü emilecek ve düşmanlara karşı savaşmak için ortada olamayacaktır. Ya da, eğer Cl, B hücrelerinin zarlarına bağlantılı antikorlarına bağlanırsa, iyi hücrelerin ölümüyle sonuçlanacak bir reaksiyonu başlatacaktır.

Cl, 22 protein zincirinden oluşmaktadır. Bunlar üç gruba ayrılabilirler. Bunların ilkine, Clq denir. Üç farklı proteinin, altı ayrı kopyasını; yani toplam 18 proteini içerir. Diğer iki gruba Clr ve Cls denir. Her ikisi de farklı proteinlerin her birinden iki kopyaya sahiptir. Clq'daki üç farklı tip protein, derideki kolajeni andıran özel bir aminoasit dizilimi ile başlarlar. Dizilim, üç çeşit Clq proteinine ait kuyrukların saç örgüsü gibi birbirlerine bağlanmalarını sağlar. Bu düzenleme sayesinde proteinlerden her biri bir mini-kompleks içinde korunmuş olur. Protein zincirinin geri kalan kısmı ise, daha sonra saç örgüsünün en üst kısmında kompleks bir küre biçiminde katlanır. Daha sonra mini komplekslerin altı tanesi daha bir araya toplanırlar. Altı örgü ve altı baştan çıkan merkezi bir sap meydana getirmek için boylamasına birbirlerine bağlanırlar. Elektron mikroskopu altında incelenen Clq görüntüleri, bunun çok başlı bir canavara benzediğini göstermektedir. (Başkaları bunu bir demet laleye benzetmektedirler, ama ben garip objeleri daha çok severim.) Clq başları, antikor-yabancı hücre İkilisinin oluşturduğu komplekse bağlanır. Sentez başlamadan önce en

azından başlardan iki tanesinin bu komplekse bağlanması gerekmektedir. Bağlantı meydana geldiğinde, Clq'da birşeyler değişir ve bu değişiklik sayesinde Clr ve Cls, Clq'ya daha sıkı bağlanır. Bu meydana geldiğinde Clr kendisini keserek, Clr 'yi oluşturur. (Aktif hale getirilmiş olan proteinlerde sayıların üzeri çizilir ve harf küçüktür.) Clr, daha sonra Cls'yi keserek Cls'yi oluşturur.

Cls kesildikten sonra, yabancı hücrenin yok edilmesi için yapılması gereken çok fazla şey vardır. C1 proteinlerinin tümüne "tanımlama ünitesi" denir. Diğer protein grubu (C2,C3 ve C4) ise "aktivasyon ünitesi" olarak adlandırılır. Tanımlama ünitesinin tersine, aktivasyon ünitesi tek bir parçada toplanmamıştır; ve düzenlenmesi gerekir. Aktivasyon ünitesinin oluşturulmasındaki ilk aşama, Cls'nin C4'ü kesmesidir. C4, Cls tarafından bölündüğünde, son derece reaktif bir grup (C4b) açığa çıkar. Eğer bu grup bir hücre zarına yakınsa, onunla kimyasal olarak tepkimeye girer. C4b'nin bu bağlantısı gereklidir. Böylece aktivasyon ünitesinde geri kalan proteinler, saldırgan hücreye yakın durabilecekleri bir bağa sahip olurlar. Bunun aksine, eğer C4b yanlış doğrultuya hedeflenirse veya bir solüsyon içinde etrafta dolaşırsa, o zaman reaktif grup doğru zara bağlanamadan hemen yok olur.

C4b hedef zara kendisini bağladıktan sonra, Cls ile bağlantılı olarak C2'yi iki ayrı parçaya böler. Büyük parça C2a C4bye bağlı kalır ve C4b,2a'yı oluşturur; buna "C3 konvertaz" de denir. C3 dönüşümcüsü hızlı hareket etmelidir, aksı takdirde parçanır ve C2a uzaklaşır. Eğer C3 molekülü yakınlardaysa, C3 konvertaz onu iki parçaya böler. C3b, C3 konvertaz molekülüne bağlanır ve C4b,2a,3b' yi oluşturur. Buna aynı zamanda "C5 konvertaz" de denir. Aktivasyon ünitesinin son reaksiyonu ise C5 molekülünü iki ayrı parçaya ayırmaktır.

Bu noktada sistem, sonunda yabancı hücreye bir bıçak darbesi vurmaya hazırdır. C5'in parçalarından biri C6 ve C7'ye bağlanır. Yapı, kendisini hücre zarından içeri sokabilme kabiliyeti ile hayret verecek bir özelliğe sahiptir. C5b,6,7 daha sonra C8 molekülüne bağlanır ve farklı sayılarda C9 molekülleri (l'den 18'e kadar) buna eklenir. Ancak, proteinler düzensiz bir grup meydana getirmezler. Bunun yerine kendilerini, yabancı bakteri hücresinin zarında bir delik meydana getirebilecek bir çubuk şeklinde düzenlerler. Hücrelerin içi oldukça konsantre solüsyonlar içerdiğinden, ozmotik

basınç suyun hızla akmasına neden olur. İçeriye akan su, bakteri hücresini patlayıncaya kadar şişirir.

Enfeksiyondan sonra hemen hareket edebilecek zar-saldırı kompleksinin aktivasyonu için alternatif yollar vardır. Belirli antikorların üretimini beklemeyi gerektirmez. Alternatif yolda, sürekli düşük miktarlarda üretilen C3b'nin küçük bir miktarı, faktör B denilen bir protein ile bağlanır. Bu defa bunlar C3b,B kompleksinde hareket ederler. Bu kompleks, faktör D denilen bir proteinle kesilerek $\overline{C3b,Bb}$'yi oluşturur. Bu molekül, C3 konvertaz olarak hareket edebilir. Daha fazla C3b üretildiğinde, C3b'nin ikinci molekülü bağlanarak $\overline{(C3b)_2Bb}$'yi oluşturur. Bu artık, C5 konvertaz olarak adlandırılabilir ve zar-saldırı kompleksini oluşturmaya başlayarak harekete geçer.

C3b tamamlayıcı yolun yıkımını başlatabileceği için, etrafta dolaşması tehlikeli olan bir proteindir. Rastgele meydana gelen hasarı en aza indirmek için, iki protein (faktör I ve faktör H) bunu arar, bağlanır ve solüsyon içinde C3b'yi yok ederler. Ancak eğer C3b hücrenin yüzeyinde ise, o zaman başka bir proteine (properdin) bağlanır ve kendi görevini yapabilmek için C3b'yi korur. C3b ancak bir hücrenin yüzeyine bağlanabildiği zaman etkin olabilir. Gerçekleştirdiği kimyasal reaksiyonlar ise birçok bakteri ve virüsün yüzeyinde daha hızlı gerçekleşir. O

PROBLEMLER PROBLEMLER

Kanın pıhtılaşma yolu gibi, yukarıda anlatılan tamamlayıcı yol da bir şelaleye benzetilebilir. Kaçınılmaz olarak, her iki sistemin de işleyişinin aşamalı olarak meydana geldiğinde benzer problemlerle karşılaşılacaktır. Şelalenin son aşaması asıl problem değildir. Hücre zarında bir deliğin meydana gelmesi farklı parçaların ortak çalışmasını gerektirmeyebilir; öldürücü bir protein bunu rahatlıkla yapabilir. Kanın pıhtılaşmasındaki gibi proteinlerin bir yığın oluşturmasında da farklı parçaların birlikte hareket etmesi gerekmemektedir. Doğru koşullar sağlandığında, herhangi bir protein birikme yapacaktır. (Fakat tamamlayıcı delik-kompleksi ve fibrinin bir araya gelmesi bunlardan farklı özel işlemlerdir ve açıklanmaları gerekir.) Ayrıca 4. Bölüm'de gördüğümüz gibi, bir telefon direği kolaylıkla Foghorn Leghorn'un başına düşebilir.

Asıl problem, kontrol sistemlerindedir. Her kontrol noktasında dü-

zenleyici protein ve aktif hale getireceği diğer protein başlangıç anından itibaren hazır bulunmalıdır. Eğer C5b hazır bulunsaydı, şelale anında harekete geçecekti. Fakat eğer C3 hazır bulunsaydı ve onu aktifleştirecek bir madde olmasaydı, bu durumda sistemin işleyişi tamamıyla duracaktı. Bundan çok daha kısa bir yol düşünülebileceği halde, (Cls doğrudan C5'i keser) şelalenin tam ortasına ekstra kontrol noktaları eklemek benzer problemlerle sonuçlanacaktır. Çünkü her nokta eksiltilemez karmaşıklıktadır.

□ Bir şelaleyi meydana getirmenin temel problemlerine ek olarak, tamamlayıcı yolun, kanın pıhtılaşması şelalesi ile benzer başka problemi vardır: proteinlerin zarlara bağlanması önemlidir. Pıhtılaştıncı faktörün çoğunluğu, öncelikle Gla maddesini sentezleyebilme yeteneğine sahip olmalıdır, çünkü ancak bu şekilde bir zara bağlanabilir. Tamamlayıcı sistemde ise, C3 ve C'4 ün ikisinin de şaşırtıcı reaktif gruplan bulunur ve bunlar diğer faktörler tarafından proteinlerin bölünmesinin ardından zara kimyasal olarak bağlanırlar. Sentez başlamadan önce bu özelliklerin var olması gerekir, bu da aşamalı bir evrim sürecinin yaşanmadığına başka bir delildir.

Tamamlayıcı sistemin sayısız küçük özellikleri, aşamalı bir gelişimin yaşanmadığını gösterecek delillerdir. Şimdi, yalnızca C1 sistemindeki birtakım hassas özellikleri inceleyelim. Clq örgüsünde birbirine dolanmış üç tip protein vardır. Ancak bunlar kendilerine dolanmamışlardır. Eğer dolansalardı, o zaman kompleks sistem içindeki farklı zincirlerin oranı değişecek ve üç farklı zincirin altı kopyası ile gerçek Clq kompleksini elde etme şansı daha azalacaktır. Eğer Clq'nin antikor-yabancı hücre bağlantısı, Clr'nin kendini kesme işlemini harekete geçirmezse, o zaman şelale kendi güzergahında duracaktır. Bunun tersine eğer Clr, Clq antikor kompleksine bağlanmadan önce kendini keserse, o zaman şelale önceden harekete geçecek ve sistem gelişmeden devam edecektir. □

DARWİNCİLERİN ÇIKMAZI

Sağlık için ilk planda, bağışıklık sisteminin düzgün olarak işlemesi gerekir. Kanser ve AIDS gibi korkutucu hastalıklar, hem nedenleri hem tedavileri, ya da her iki yönden de, sistemin zorlukları içindedirler. Halkın

sağlığına etkisi nedeniyle, bağışıklık sistemi oldukça azl; f a ilgi görmekte-dir Dünyada binlerce araştırma laboratuvarı bagışıkÜk sisteminin çeşitl i yönleri üzerinde çalışmaktadır. Çabalar, daha şimdiden pek çok hayat kurtarmış ve gelecekte de pek çoğunu kurtarmayı vaad etmektedir.

Bağış kİ,k sisteminin nasıl çalıştığın, anlamamda yardımcı olacak geniş çaplı çalışmalar yapılmış olsa da, bunun nasıl meydana j"® 1ko™ sunda henüz detaylı bir bilgimiz yoktur. Bu bölümde oruçta™ ların hiçbirini, binlerce bilimadamı arasından ır ane®' p b t~ khk sJs. cevaplaya-mamıştır. Hatta bu sorular astada pek azma sorulmuş tur. agışı temi literatürü üzerine yap.lacak bir araştırma karş.laşnrılma!. bag.ş ıklık biliminde (çeşitli hayvan türlerindeki bağışıklık sistemler, üzerine çalış-malar yapar) çalışmaların hâlâ devam ettiğin, göstermektir Ancak bu çal,şma değerli olmasma rağmen, bağ,ş,kl,k sistem,n,n na... geliştiği ko-nusunda moleküler bir detaya yönlendirmeme te ır. u k d B konuda gerçek-ten açıklayıcı say.labilecek iki kısa yaz. bulunmaktadır. Bınncıs,,^NoM Nobel ödülü sahibi David Baltimore ve iki seçkin b ilimadamına aittir. azının başlığı çok çarpıcıdır. "Omurgal.lann Bağ,ş,kl,k Sisteminin Moleküler Evrimi". Ancak böyle bir başlığm içeriğini sadece ,k, sayfada açıklay abil-mek oldukça zordur. Yazarların dikkat çektikleri konu şudur:

> Memelilerdekine benzer bağış.klık sistemine sahip her orgaruz-rl i ma için minimal olarak gerekli moleküller, antijen reseptoer (immunoglobulin ve TCR), antijeni ortaya çıkaran moleküllerr (MHC) ve gen düzenleme proteinleridir.[5]

(Immunoglobilinler antikorlardır. TCR molekülerı l ; m antil o r l a r a ben-zerler.) Yazarlar daha sonra, uzaktan da olsa memelilerle baglanha olan köpek balıklarını incelerler. Bu canlılar da bu üç bileşiğe s^Ptırler;^n-cak organizmanın tamamlanmış, işleyen bir sisteminin varlığını görmek bir şeydir, bu sistemin nasıl geliştiği sorusuna cevap vermek ayrı bir şey. Yazarlar elbette ki bu durumu fark etmişlerdir. Şunu belirtirler:

> immunoglobulin ve TCR genleri, tekrar düzenlenmeleri için RAG proteinlerine ihtiyaç duyarlar. Bunun yanısıra, RAG protein-lerinin immunoglobulin ve TCR genlerini düzenleyebilmesi için, belirli bağlantı sinyallerine ihtiyacı vardır.

(RAG, genleri düzenleyen bileşendir.) Parçaların hazırlanmasında, kahramanca bir girişimde bulunurlar. Ancak en sonunda, bu durum Cal-vin ve Hobbes'in kutularında bir gezintiye dönüşür. Yazarlar, bakteriden alınan genin hayvana şans eseri nakledilebildiği iddiasında bulunurlar. Yi-ne şans eseri genin kodladığı protein, kendi kendine genleri düzenleye

bini ve yine şans eseri, hayvanın DNA'sında antikorların genlerine ben-
zer sinyaller bulunmaktadır. Ve bu şans olayları sürüp gider. Analizin sonunda ise yazarlar, bağışıklık sisteminin evrim sürecinde yaşadığı problemleri sıralarlar. Fakat öne sürdükleri açıklamalar tamamen içinden çıkılmazdır.

Bağışıklık sisteminin parçalarını hesaplama çalışmalannda yer alan bir başka yazı şu başlık altındadır: "Tamamlayıcı Sistemin Evrimi".[6] Yukarıda açıkladığımız yazı gibi, oldukça kısa ve yoruma açık bir makaledir. Bir başka deyişle, araştırma makalesi niteliğinde değildir. Yazarlar birinci ve ikinci aşamalarda, nelerin meydana gelmiş olabileceği hakkında birtakım tahminler yürütmekte, ancak sonuçta kaçınılmaz olarak Russell Doolittle'in, "bağımsız" ve "ileriye doğru sıçramalı" açıklanamayan proteinler önerisine katılmaktadırlar. ("Bir noktada kritik gen füzyonu ile, ilkel C3b için bir bağlantı bölgesi ve protease oluşturmaktadır."; "Diğer alternatif yolların ve bileşenlerin evrimi, iddianın gücünü ve kesinliği arttırmıştır" ve "Faktör B geninin kopyalanması ile oluşan C2, iki yolun daha fazla ayrılmasını ve güçlenmelerini sağlayacaktır.") Yazıda kesin verilere dayanan hesaplamalara rastlanmamaktadır. Aynı şekilde, genin kopyalanmasının, hemen yeni bir protein oluşturamayacağına dair bir açıklama da yoktu. Ve yine, yolu düzenlemek için herhangi bir kontrol eksikliğinin ortaya çıkması endişesinden de bahsedilmemekteydi. Moleküler mekanizmaların konu edildiği bu dört paragraf lık yazıya, bunun gibi karmaşık konuları sığdırmak oldukça zor olacaktır.

Bağışıklık sisteminin evrimini inceleyen başka yazılar ve kitaplar da bulunmaktadır.[7] Ancak pek çoğu, hücre biyolojisi düzeyindedir ve detaylı moleküler mekanizmalarla ilgilenmemektedirler; ya da başka bir deyişle sadece DNA veya protein dizilimlerinden bahsetmektedirler. Dizilimlerin karşılaştırılması; bağlantıları incelemek için iyi bir yol olabilir, ancak elde edilen sonuçlar, sistemleri ilk olarak meydana getiren mekanizmalar hakkında hiçbir şey söyleyememektedir.

Kitaplarda veya dergilerde birçok alanda araştırma yapmak mümkündür, fakat yine sonuç aynıdır. Bilimsel literatür, bağışıklık sisteminin kökeni sorusuna hiçbir şekilde cevap verememektedir.

Bu bölümde bağışıklık sisteminin üç özelliğinden bahsettim –klonal seçim, antikor çeşitliliği ve tamamlayıcı sistem. Aynı zamanda her bir parçanın, aşamalı evrim iddialarına meydan okuduğunu da gösterdim. Ancak parçaların aşama aşama meydana gelemeyeceklerini göstermek

dırlar. Direksiyonu, aküsü ve karbüratörü olmayan bir arabanın fazla bir işe yaramayacağı gibi, klonal sistemden yoksun bir hayvan, eğer antikor çeşitliliğini sağlayacak başka bir yöntemi yoksa, pek fazla faydalı olamayacaktır. Antikorlar hakkında geniş bir repertuara sahip olmak, vücuda giren yabancı maddeleri yok eden bir sistem olmadığında pek işe yaramayacaktır. Yabancı maddeleri yok eden bir sistem ise, eğer onları tanıyan bir mekanizma olmazsa bir işe yaramayacaktır. Her aşamada, sadece mantıksal sistem problemlerinden dolayı değil, tamamlanmış bütün bir sistemin gerekliliğinden dolayı durmak zorunda kalırız.

Bağışıklık sisteminin hayranlık verici özelliklerini inceledik, ancak elinizde dolu bir silahla etrafta dolaşmanın birtakım sakıncaları da vardır. Kendi kendinizi ayağınızdan vurmayacağınıza emin olmalısınız. Bağışıklık sistemi, kendisi ile dünyanın geri kalan kısmını ayırt etmelidir. Bir bakteri vücuda girdiğinde, vücut neden buna karşı antikorları üretir de; kan dolaşımında sürekli hareket halinde olan kırmızı kan hücrelerine veya antikor hücrelerinin sürekli çoğalttıkları diğer dokulara karşı üretmez? Vücut kendi başına hareket eden antikorlar ürettiğinde, durum bir facia olacaktır. Örneğin, sinir sistemiyle ilgili bir hastalığı olanlar, sinirlerin çevresindeki yalıtıma karşı yok edici bir etkisi olan antikorları üretmektedir. Bu durumda bağışıklık sistemi, sinir hücrelerinin etrafındaki bu izolasyonu tahrip eder ve sinir hücrelerinin kısa devre yapmasına neden olur. Sonuç ise felç gibi kalıcı bir hasardır. Genç şeker hastalarında ise antikorlar, pankreastaki B hücrelerine karşı savaşırlar ve bunların yok olmasına neden olurlar. Bu kişi artık daha fazla insülin üretememektedir. İnsülin yeterli derecede üretilmediğinde ise, sonuç genellikle ölümdür. Peki, vücut nasıl oluyor da kendi dokularına tolerans tanımaktadır? Ancak mekanizma ne olursa olsun, bir tek şeyi çok iyi biliyoruz: kendi kendine tolerans tanıyan bu sistem, bağışıklık sisteminin varoluşunun ilk anından itibaren bulunmalıdır.

Çeşitlilik, tanınma, yok etme, tolerans – bütün bunlar ve daha pek çok sistem, birbirleriyle bağlantı halindedir. Hangi yöne dönersek dönelim, bağışıklık sisteminin aşama aşama gelişmiş olma ihtimali, birçok sebeple engellenmektedir. Bilimadamları gibi bizler de, bu muhteşem sistemin nasıl meydana geldiğini anlamak için can atıyoruz, ancak sistemin karmaşıklığı bütün Darvvinci evrim açıklamalarını yok olmaya mahkum etmiştir.

Belki de Yıldız Savaşları'ndaki makinaların eksiltilemez karmaşıklıklarına bağışıklık sisteminin de sahip olduğunu keşfetmek, o kadar şaşıtırıcı olmasa gerek. Fakat, peki ya sıradan sistemler? Moleküler makinaların meydana getirdiği küçük parçaları üreten fabrikalar? Delil olarak öne sürebileceğim bu en son bölümde ise, bu "yapı taşlarından" birini üreten bir sistemi tanıtacağım. Burada karmaşıklığın, hücrenin en alt noktasına kadar ulaştığını göreceğiz.

BÖLÜM 7

ÖLÜM YOLU

İKİ TARAFI DA BİLMEK

Ailem ve ben Pennsylvania'nın görkemli dağları arasında bir okulun kampüsüne beş kilometre uzaklıkta yaşıyoruz. Bu bölge şehre yakın olmasına rağmen kırsal bir kesimde ve yoğun orman örtüsü henüz yerleşim bölgesi yapılmak için tahrip edilmemiş. Evimize giden yol, dağın yüksek kesimlerine tırmanırken kıvrılarak ilerliyor. Sabahları işe giderken veya akşamları dönerken, yolun kenarında birçok hayvana rastlıyorum. Onların ne yaptığını, diğer cinsteki türleriyle oynayıp oynamadıklarını veya evlerine yetişmeye mi çalıştıklarını bilemiyorum. Fakat yolun kenarına sıçrayarak tehlikeli bir oyun oynuyorlar ve bazıları da bunun bedelini ödüyor.

En çok sincapların başı derde giriyor. Diğer hayvanların aksine, sincaplar hemen kendilerini yolun karşısına atmazlar. Yaklaşırken, onların yolun kenarında uslu uslu beklediklerini görürsünüz. Siz yaklaştıkça karşı tarafa doğru atlayıp dururlar ve tekrar yolun ortasına doğru gelirler. Giderek onlara yaklaşmanıza rağmen, yolun ortasında öylece beklerler. Sonunda, yanlarına geldiğinizde, sizin bulunduğunuz tarafta bulunmaya karar vermişlerdir. Sincaplar arabaların altına sığabildikleri için, her zaman kurtulma şansları vardır ve dikiz aynasında bunu görebilirsiniz. Fakat bazen başarırlar, bazen de başaramazlar.

Dağ sıçanları ise genellikle yolun tam ortasından giderler ve kolaylıkla görüş alanınıza girerler. Fakat ani çıkışlarını fark edemezsiniz. Akşam yemeğini düşünerek eve doğru giderken aniden, karanlığın içinden küçük ve yuvarlak bir hayvan sıçrayarak karşınıza çıkar. Bu anda yapabileceğiniz tek şey dişlerinizi gıcırdatmak ve çarpışma anını beklemektir – sincapların aksine bunlar aracın altına sığmazlar. Ertesi sabah ise yolda

beliren bir leke dışında ondan bir eser kalmamıştır. Dişler, pençeler ve kemikler karmakarışık.

Son zamanlarda trafik biraz olsun azaldı. Gündüzleri dakikada bir araba geçerken, akşamları yarım saatte bir araba geçiyor. Bu nedenle akşamları hayvanlar rahatlıkla karşıya geçebiliyor. Fakat bu her yerde geçerli değil. Philadelphia'nın kuzey batısından geçen Schuylkill Express karayolu farklı bölgelerde sekiz veya on şeritli olan bir yol. Buradaki trafiğin yoğunluğu ise benim evimin yakınındakinin binlerce katı olabilir. Bu nedenle bir dağ sıçanının, Schuylkill Express karayolunun bir tarafından diğerine geçmeye kalkışması pek akılcı olmayacaktır. Doğuya giden bin şerit ve batıya giden bin şerit üzerinde hız sınırını aşan binlerce kamyon, spor araba ve tırlar bulunmakta. Sevgili dağ sıçanınız ise yolun öbür tarafında gelmenizi bekliyor. Bu arada size rakip olan ve dağ sıçanına ulaşmaya çalışan rakiplerinizin bir kısmı birinci, bir kısmı ikinci ve en fazla üçüncü ya da dördüncü şeritte kalmış durumda, sadece izleri görünüyor. Bundan daha öteye gitmeyi başarmış olan yok. Dahası, yapacağınız bu yolculuk sırasında oyunun romantik bir kuralı olarak gözlerinizi kapalı tutacaksınız ve karşı tarafa güvenlik içinde geçmeyi umut edeceksiniz. Tatlı hayvancığınızın gülen kahverengi yüzüne bakıp, bıyıklarının titreştiğini ve gözlerinin kırpıştığını görüyorsunuz. Fakat aynı anda on sekiz tekerleğin sesini birden duyarak irkiliyorsunuz. Ve tek yapabileceğiniz gözlerinizi kapatıp dua etmek.

Yolun karşısına geçmeye çalışan dağ sıçanlarının örneği, aşamalı evrim teorisi için bir problem teşkil eder. Kitabın bu noktasına kadar eksiltilemez karmaşıklığı vurguladım – bu sistemler karmaşık parçalardan oluşur ve evrimsel sürecin yaşanma ihtimalini çürütür. Burada bazı örnekler vermeye çalıştım, fakat biyokimya kitaplarında daha fazlasını bulabilirsiniz. Fakat bazı biyokimyasal sistemlerde eksiltilemez karmaşıklığı tüm çarpıcılığıyla göremeyebilirsiniz. Bunların fonksiyonlarını gerçekleştirmeleri için farklı parçalara ihtiyacı yoktur. Daha dikkatli bir inceleme ile çeşitli problemlerle karşılaşırsınız. Gün ışığında incelendiğinde, bunların içinde kolaylıkla akan bir sistem olduğunu fark edersiniz. Fakat bunlardaki karmaşıklığın az olması, onların Darwinci bir yaklaşımla geliştiği anlamına gelmez. On şeritli bir karayolunu geçmeye çalışan bir dağ sıçanı gibi, bazı biyokimyasal sistemleri her aşamasıyla incelemenin bir zararı olmaz. Fakat burada yanlış yapma ihtimali çok yüksektir.

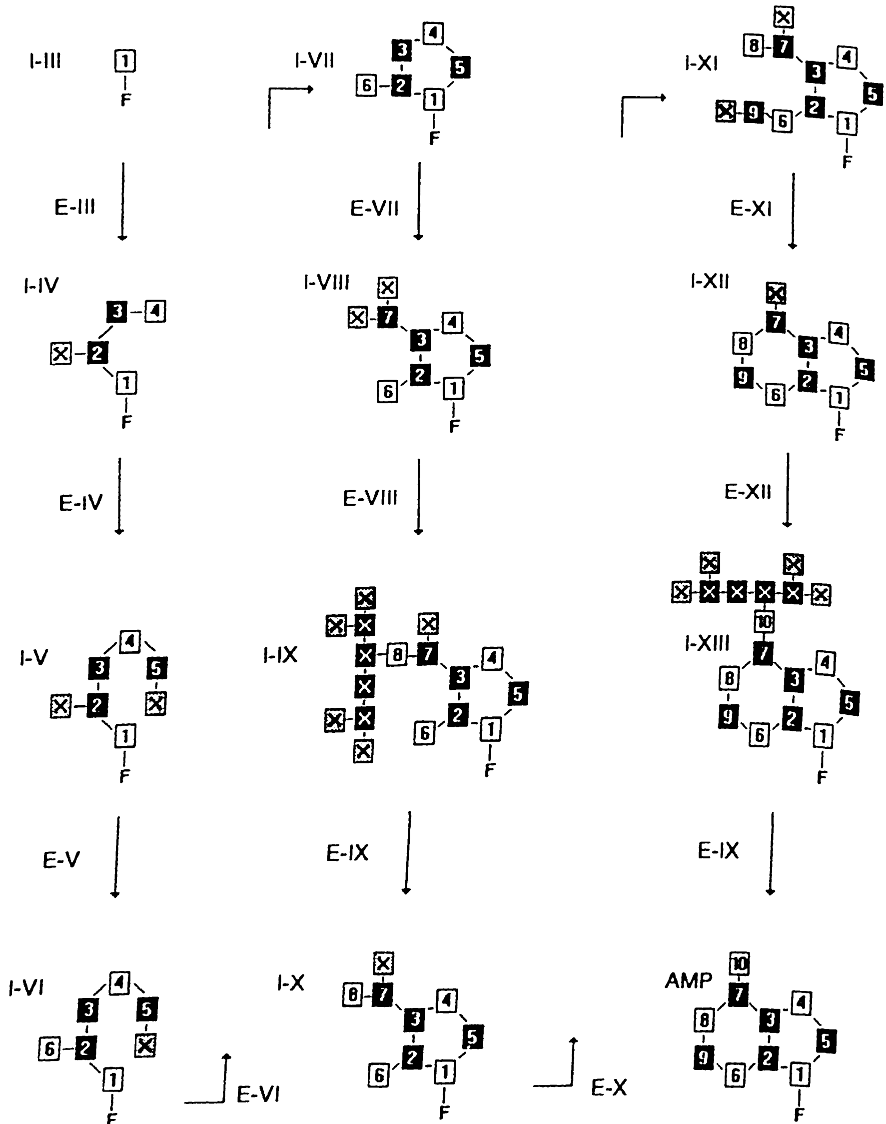
Hücre içinde görev yapan büyük moleküller – proteinler ve nükleik asitler – polimerlerdir (bir sıra içinde birbirlerine bağlanmış ayrı ünitelerdir). Proteinlerin yapı taşları aminoasitlerdir, ve nükleik asitlerinkiler ise nükleotidlerdir. Bir çocuğun oyun oynadığı boncuklar gibi, aminoasitler veya nükleotidler neredeyse sonsuz farklı şekilde birleşerek yeni moleküller oluştururlar. Fakat bu boncuklar nereden gelmektedir? Oyuncak boncuklar fabrika imalatıdır, ormanda yetişen bir bitki türü değil. Fabrikada imal edilirken boncuklar öyle hassas şekillendirilirler ki, birinin ucundan çıkan uç, diğerindeki deliğe tam olarak uymaktadır. Eğer delikler fazlaca büyük olsaydı, boncuklar dağılır giderdi, boncukların ucu çok büyük olsaydı, bu defa hiç birleşemezlerdi. Bu nedenle boncukların imalatçısı onlara verdiği şekle ve kullandığı plastik maddeye fazlaca dikkat etmektedir. Hücre de aynı şekilde yapı taşlarına fazlaca önem verir.

Nükleik asitlerin en meşhurlarından olan DNA, dört farklı nükleotidden oluşmaktadır: A, C, G ve T.[1] Bu bölümde ise daha çok A üzerinde duracağım. Bir yapıtaşı polimere bağlı olmadığında AMP, ADP veya ATP gibi farklı şekillerde bulunabilir. Hücrede ilk sentezlenen şekli AMP'dir. Oyuncak boncuklar gibi AMP'nin de özenle üretilmesi gerekir. Biyolojik organizmalardaki moleküllerin çoğunluğu birkaç atomdan oluşmaktadır, ve AMP de bunlardan farklı değildir. Beş farklı türü bulunur: on karbon, on bir hidrojen, yedi oksijen, dört azot ve bir fosfor.

Aminoasitlerin ve nükleotidlerin nasıl uc uca eklenerek zincirler oluşturduğunu göstermek amacıyla, oyuncak boncuk benzetmesini yaptım. AMP'nin nasıl sentezlendiğini anlayabilmek için ise Tinkertoys gibi bir örnek düşünelim. Bu oyuncağı tanımayanlar için, Tinkertoys'un iki farklı parçası olduğunu söylemeliyim – üzerinde merkezine delikler açılmış ahşap bir tekerlek, ve deliklerle aynı çapı olan çubuklar. Çubukları deliklere yerleştirerek, birkaç tekerleği bir araya getirebilirsiniz. Bunları birleştirdiğinizde ilginç bir yapı oluşturabilirsiniz. Yalnız bu iki parçayı kullanarak şatolar, arabalar, bebek evleri, köprüler yapabilir ve hayal gücünüzü zorlayarak bu çeşitliliği artırabilirsiniz. Atomlar da bir Tinkertoy oyuncak setindeki parçalar gibidir: atomlar tahta tekerleklerdir ve atomlar arasında kurulan kimyasal bağlar da çubuklardır. Tinkertoys oyunundaki gibi atomlar da çok farklı biçimlerde birleştirilebilir. Fakat aradaki büyük fark, hücrenin bir makine olması ve molekülleri oluşturacak mekanizmanın otomatik olması gerekliliğidir. Tinkertoys'un parçalarını otomatik olarak

ŞEKİL 7-1

AMP'NİN BİYOSENTEZİ. ŞEKİL ARACI III İLE BAŞLAR. F "TEMELİ". RİBOZ-5-FOSFATI TEMS EDER. BEYAZ KUTULAR AZOT ATOMLARI, SİYAH KUTULAR KARBON ATOMLARI VE GRİ KU TULAR İSE OKSİJEN ATOMLARIDIR. ATOMLAR, BAĞLANTI DÜZENLERİNE GÖRE NUMARALAN DIRILMIŞTIR. SADECE SON ÜRÜNE DAHİL OLAN ATOMLAR NUMARALANDIRILMIŞTIR. MOLE KÜLE BAĞLANAN FAKAT ZAMANLA KESİLEREK YER DEĞİŞTİREN ATOMLAR İSE X İLE BELİRTİL MİŞTİR.



bir şatoya dönüştürebilen bir mekanizma düşünün! Ne kadar karmaşık olurdu, değil mi? Hücrede AMP'yi üretecek mekanizma otomatiktir, bu nedenle herkesin tahmin edebileceği gibi kesinlikle basit değildir.

Atomlar neredeyse her zaman moleküllerde bulunmaktadır; ve Tinkertoy parçaları gibi ayrı durmamaktadırlar. Bu nedenle yeni bir molekül yapmak için eski molekülleri alıp, onların bazı parçalarını bir araya getirmek gerekir. Bunu da şöyle bir benzetmeyle açıklayabiliriz. Tinkertoy parçalarından yapılmış bir şatodan alınan kuleyi arabanın kasası olarak ve uçaktan alınan pervaneyi de arabanın tekerleği olarak kullanmaya benzer. Yeni moleküller de, eskilerinden parçalar alınarak yapılmaktadır. AMP'yi oluşturan moleküllerin uzun ve garip kimyasal isimleri vardır; bunlardan bahsederken isimlerini kullanmamaya çalışacağım. Bunun yerine molekülleri kelimelerle tarif edip "Aracı III" ya da "Enzim VII" gibi genel isimler tercih edeceğim.

Şekil 7-1'de bu sentezin her aşamasında kullanılan moleküller gösterilmektedir. Çoğu okuyucu ilerki sayfalarda yapacağım açıklamaları, şekil üzerinde kısa bir çalışma yaptıktan sonra daha iyi anlayabilir. Merak etmeyin, yine anlaşılmaz konulardan bahsetmeyeceğim - yalnızca neyin neye bağlı olduğunu anlatacağım. Burada amacım yine sistemin karmaşıklığını göstermek ve her aşamayı tarif etmek, böylece tepkimeye giren parçaların özelliklerini daha iyi anlayabilirsiniz. Biyolojik moleküller Calvin-Hobbes karikatürlerindeki gibi komik yollardan oluşmaz; son derece karmaşık ve sistemli çalışan moleküler robotlara ihtiyaç vardır. Bundan sonraki iki bölümü dikkatle okuyup, hayran kalacağınız bir sistemi tanımanızı tavsiye edeceğim.

İNŞAAT BAŞLIYOR

O Bir ev inşaatı yapacaksanız enerjiye ihtiyacınız vardır. Bazen enerji, sadece işçilerin kol kaslarındadır, bazen de bu enerji buldozerler veya beton pompaları için gereklidir. Hücrenin de AMP'yi sentezlemesi için enerjiye ihtiyacı vardır. Hücrenin enerjisi ayrı paketçiklerden gelir; bunlara "enerji topu" diyeceğim. Bunları, kaslara enerji veren çikolata parçaları, makinaları çalıştıracak benzin varilleri olarak düşünebilirsiniz. ATP ve GTP olarak adlandırabileceğimiz farklı enerji topları bulunmaktadır. Bunların nasıl göründüğünü ve nasıl çalıştığını hiç sormayın, sadece hangi aşamalardan geçtiklerini anlatacağım.

AMP'nin sentezlenmesindeki ilk aşamalar Şekil 7-1'de bulunmamakta, çünkü bunlar sahne arkasında gerçekleşmektedir. Bir evin yapımı nasıl temelden başlarsa, AMP sentezi de temelden başlar. Temeli oluşturan bu karmaşık molekülün sentezini burada anlatmayacağım. Bu bir dizi atom halkasından oluşur: dört karbon ve bir oksijen. Üç karbon halkasına oksijen atomları bağlıdır. Zincirdeki dördüncü karbon halkasına da başka bir karbon bağlıdır ve ona bağlı bulunan oksijene de, üç oksijen olan bir fosfor atomu bağlanır. AMP sentezinin ilk aşamasında, iki fosfor atomu ve altı oksijen atomundan oluşan bir grup Enzim I tarafından transfer edilir. Bunlar, temel molekülün bir oksjenine bağlanarak Aracı Il'yi oluşturur. Bunun gerçekleşmesi için de bir enerji topu gerekmektedir. Aracı II de AMP ve diğer birçok molekülün sentezlenmesinde başlangış noktası olarak bulunur.

Sonraki aşamada Enzim II, glutamin aminoasidinden bir azot alır ve onu daha sonra karbon halkasına yerleştirerek Aracı III'ü oluşturur. Aynı aşamada önceden bağlanan fosfor/oksijen grubu, son aşamada dışarı atılır. İşte bu noktadan itibaren Şekil 7-1 devreye girer. Şekildeki ayrıntıları kolaylaştırmak için temel moleküle F diyeceğim.[2] Şekil l'deki ilk noktada F harfine bağlı bir azot atomu görüyoruz. Azot atomları beyaz, karbon atomları siyah ve oksijenler ise gri olarak gösterilmektedir. Son ürün AMP'yi oluşturacak atomlar, bağlanma sıralarına göre numaralandırılmıştır. AMP molekülünde yer almayacaklar ise X ile işaretlenmiştir.

Enzim H'nin yol göstermesiyle, glycine adlı aminoasit (bir karbona bağlı azot atomunun, başka bir karbon ve iki oksijen atomuna bağlanmasıyla oluşur) gelir ve Aracı IH'ün karbon atomlarından birine ait azota bağlanır. Bu da ATP enerji topunu kullanır. Bu işlem sırasında iki oksijenden birine bağlı olan karbon #2 dışarı atılır. Bu noktada molekül, sanki rüzgarda dalgalanan bir kuyruğu var gibi görünmektedir. Ortaya çıkan son ürün AMP ise çok farklı görünecektir: temele bağlı iki sert ve birleşik halka. Bulunduğumuz yerden oraya gelmek için molekül doğru yolu izleyerek kimyasal olarak hazırlanmalıdır.

Sonraki aşamada ise, iki oksijenin bir karbona bağlanmasından oluşan ve formik asit içeren bir molekül (buradaki iyon format) Aracı V'i oluşturmak üzere Aracı IV ve azot #4 ile bağlanır. Bu sırada formata ait oksijenler serbest kalır. Doğal olarak format

aktif değildir ve hazırlık yapması için diğer moleküllere bağlanması gerekir. Biyokimya kitaplarından birisi bu sorunu şöyle dile getirmektedir:

> Format... fizyolojik koşullar altında tepkimeye girmez ve etkin olabilmesi için aktif hale getirilmesi gerekir... Buradaki temel nokta (TFP), formaldehid ve formatı kimyasal olarak dengeli bir ortamda tutmaktır, böylece hücreye zarar verecek tepkimeler ortaya çıkmaz ve belirli enzimlerin faaliyeti için uygun bir ortam oluşur.

Bu alıntıda da gördüğümüz gibi format solüsyon içinde yüzen bir madde değildir. Öncelikle B vitamini olan folik asidin kuzeni sayılabilecek THF adlı vitamine bağlanır (vitaminin nasıl sentezlendiğini sakın sormayın). Bu da bir enzim ile vitamine bağlandığında (yine ATP gibi bir enerji topu gerekmektedir), format tepkimeye hazır hale gelir. THF-format kompleksi ise, Enzim IV tarafından yönlendirilmedikçe kesinlikle Aracı IV ile birleşerek Aracı V'i oluşturmaz. Eğer tepkimeye hazır durumda olsaydı hücrenin içinde yüzecek ve karşısına çıkacak uygun bir maddeyle birleşecek ya da çözünecekti. Sonuçta AMP sentezi de tamamıyla karışacaktı. Fakat bu gerçekleşmez, çünkü kılavuz enzimler her aşamayı yönlendirerek doğru ürünlerin elde edilmesini sağlarlar.

Bundan sonraki adım ise Aracı V'e ait karbon #2'ye bağlı oksijen atomunu, bir azot atomu ile değiştirmektir. Bu molekülü amonyak ile karşılaştırdığınızda istenilen sonuç elde edilecektir - fakat hücrenin üzerine amonyağı öylece atamazsınız çünkü istenilmeyen maddelerle de tepkimeye girebilir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan azotu yerleştirebilmek için aminoasidin bir parçası kullanılır. Enzim V'in gözetimindeki glutamin, Aracı V'e yaklaşır ve böylece ona ait ilk aminoaside bağlanma imkanı doğar. Enzimlerin tepkimeleri kataliz etme becerisi sayesinde, azot aminoasitten kopar ve oksijen Aracı V'ten ayrılır. Böylece Aracı Vl'yı oluşturmak için azot yerini alır. Bu aşamada da ATP enerji topu olarak kullanılır. □

ROSIE'NİN ÇEVRESİNDEKİ HALKA

□ Bir AMP molekülünün inşası için bir sonraki aşama, son aşamadaki uygulamanın benzeridir. Tekrar bir azot atomu alacağız ve onu bir karbona bağlanmış olan oksijen atomunun yerine koymak

için kullanacağız, bu aşamada da tekrar ATP enerji topu kullanılacaktır. Ancak bu defa dışarıdan bir azot getirmek zorunda değiliz. Bunun yerine azot #1 kullanacağız, bu da zaten molekülümüzde önceden vardı. Temel moleküle yerleştirilen ilk azot – bu azot birkaç adım önce fosfor ve oksijen grubunu devreden çıkarmıştı – tekrar sahneye gelir. Zincirde son sırada bulunan oksijen atomunun yerini alır. Ama daha önceki aşamada aminoasitlerden gelen azotin tersine, bu azot diğer atomlarla bağlarını koparmaz. Aracı VU'de görüldüğü gibi yeni bir bağ kurar. Bu düzenlemedeki ilginç nokta, azotun bir atom halkası oluşturmasıdır. Halkanın beş üyesi vardır ve iki grup buna yapışık durmaktadır. İlk grup, son adımda tanıtılan azot # 6 ikinci grup ise temel moleküldür.

Bir kutu sodayı çalkalayıp kapağını açtığınızda, genellikle dışarı püsküren sıvı bizi ıslatır. Bu püskürmenin nedeni, sıvının içinde erimiş halde bulunan karbondioksit gazının aniden serbest kalmasıdır. Bazı karbondioksitler aynı zamanda hücresel sıvılar içinde de erir (buna rağmen hayvanlar çalkalandıklarında genellikle köpürmezler) ve biyokimyasal reaksiyonlarda kullanılabilirler. Bu iyidir, çünkü AMP sentezinin sonraki aşamasında karbondioksit gerekmektedir. Reaksiyonda gaz molekülü (aslında suyla birleşmiş benzeri bikarbonat) Enzim VII tarafından karbon #3'e yerleştirilerek Aracı VIII'i oluşturur. Bu aşamada ATP enerji topu olarak devreye girer.[4]

Şimdi bir amonyak molekülü daha eklemek gerekmektedir. Bu aşamada aynı şekilde ATP enerji topu kullanılacaktır. Geçen sefer amonyağın eklendiği gibi, bu molekül solüsyonda serbest durumda bulunmamaktadır (karbondioksit ise böyledir); bir aminoasit tarafından verilecektir. Fakat bu defa aspartik asit olarak adlandırılan aminoasit bu bağışı yapar. Ve bir hareketle Aracı VIII ile tepkimeye giren azot aminoasitten ayrılmaz: istediğimiz azotu elde ettiğimiz gibi, aynı zamanda bir de istemediğimiz bir dizi atom Aracı IX'a bağlı durumda bekler. Hemen Enzim IX bu istenmeyen birikmeyi ortadan kaldırır ve yalnız gereksiz kısmı keserek atar.

Sonuçta ortaya, yarı tamamlanmış Aracı X molekülü çıkar. Yine bir vitamine bağlı, aktif durumdaki başka bir molekül, Aracı X'daki azot #6'ya bağlanarak Aracı XI'i oluşturur. Bundan sonraki adımda ise Enzim XI azot #8'i yönlendirerek, onun yeni bağlanan parçadaki oksijeni dışarı atmasını sağlar. Böylece karbon #9'a bağlanır ve Aracı XII oluşur. Tepkimeye giren azot, ilk adımda

bağlandığı karbondan kopmadığı için reaksiyon başka bir halka daha oluşturur. Aracı XII'nin birbirine geçmiş iki halkası sert ve önceki atom halkalarındaki gibi gevşek değildir. Bu aşamada oluşan altı-üyeli halka, birkaç aşama önce oluşan beş-üyeli halka ile benzerlikler taşır. Çünkü son adımdaki kimyasal reaksiyon, bir önceki ile çok benzerdir. Fakat bu iki adım birbirine çok benzese de, iki farklı enzim tarafından katalize edilirler. Bunun nedeni, sentez sırasında molekülün şeklinin değişmiş olması ve enzimlerin de çoğunlukla şekil değişikliklerine karşı son derece hassas olmalarıdır.

Aracı XII, aslında IMP adında bir nükleotiddir ve bazı biyomoleküllerde kullanılır (örneğin, bir tür protein sentezinde kullanılan RNA, bir miktar IMP içermektedir). IMP'den, AMP elde edilmesi Şekil 7-1'de gösterilen birkaç aşamayı kapsar. Bir önceki adımda olduğu gibi, Enzim XII aspartik asit aminoasidine ait bir molekülü altı-üyeli halkaya ekler ve oksijeni dışarı atarak, moleküle azot atomunun gelmesini sağlar. Bu da Aracı XIII'ü oluşturur. Bu aşamada da enerji topları kullanılmıştır fakat bu sefer ATP değil; bunun yerine daha sonra anlatacağım sebeplerden ötürü GTP molekülü kullanılmıştır. Yine geçen sefer aspartik asidin bağlandığında olduğu gibi işe yaramaz bir parça oluşur. Hemen Enzim IX geri gelir (sentezde iki kez kullanılan tek enzimdir) ve gereksiz kısmı keserek geriye sadece ihtiyaç duyulan azot atomunu bırakır.

Sonunda elimizde' bir AMP bulunmaktadır - bu nükleik asitlerin "yapı taşlarından" biridir. □

ORAYA ULAŞMAK

Şimdiye dek bu labirentte birçok okuyucuyu kaybettiğimi varsayıyorum, öyleyse hemen size AMP sentezini özetleyeyim. Bu sentez on üç adımdan oluşur ve on iki enzim rol oynar. Enzimlerden biri olan, Enzim IX iki aşamada katalizör olarak kullanılmıştır. Temel molekül olarak adlandırılan riboz-5-fosfatın yanısıra, farklı aşamalardaki kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için beş ayrı ATP enerji molekülüne de ihtiyaç vardır. Ayrıca bir GTP molekülü, farklı aşamalarda azot verecek iki glutamin molekülü, bir glisin molekülü, THF'ye ait iki format grubu, diğer iki aşamada da azot atomlarını serbest bırakacak iki aspartik asit molekülü. Buna ek olarak iki ayrı adımda da aspartik asit molekülleri kesilmeli ve başka iki aşamada da, büyüyen molekül kendi içinde tepki-

meye girerek iki halkayı birbirine bağlamalıdır. On üç adımın her biri yalnız bir tek molekülü elde etmek için gerçekleşmektedir. Sentezin başlangıç aşamalarındaki Aracı III ve IX'un ise bağımsız bir rolleri yoktur; bunlar sadece AMP veya GMP yapılması için kullanılır.

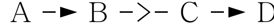
Tüm yollar Roma'ya çıkmaktadır ve aynen bunun gibi AMP'yi sentezlemek için benzer yollar bulunabilir. Kimyacılar için aldığım bir kitapta adenin molekülünü sentezlemek için sekiz farklı yol tarif edilmiştir (AMP molekülünün, temeli olmadan üst kısmı);[5] molekülün geri kalan kısmının da farklı şekillerde sentezlenmesi mümkündür. Fakat adenin sentezlemek isteyen kimyacılar ise, hücrelerin kullandıklarından çok daha farklı yöntemlere başvururlar. Bunlar yağ ortamında gerçekleştirilen tepkimeler olduklarından ve asidik özellikleri nedeniyle herhangi bir organizmaya zarar verebilirler.

1960'ların başlarında hayatın başlangıcı ile ilgilenen bilimadamları farklı bir adenin sentezleme yöntemi keşfettiler.[6] Hidrojen siyanid ve amonyak gibi basit moleküllerin doğru ortamda adenin oluşturabileceğini öne sürdüler. Bu tepkimenin kolaylığı Stanley Miller'ı öylesine etkiledi ki, bunu evrim araştırmacıları için hayatın fırsatı olarak nitelendirdi.[7] Fakat bunların ardında bazı problemler yatmaktadır: hidrojen siyanid ve amonyak AMP'nin biyosentezinde kullanılmamaktadır. Veya bunlar dünyanın başlangıcında yer alsaydılar ve bir biçimde hayatın başlangıcını oluştursaydılar bile, (bunlar mümkün değildir) kimyagerin laboratuvardaki tüpünde basit moleküllerden adenin elde etmiş olması, bize bu molekülün hücre içinde nasıl sentezlenmiş olabileceğine dair bilgi veremez.

Stanley Miller, basit moleküllerden adenin sentezlenmesinin kolaylığından oldukça etkilenmişti, fakat hücre böyle basit sentezlerden kaçınır. Aslında (resmi kimyasal isimleriyle) riboz-5-fosfat, glutamin, aspartik asit, glisin, N^{10}-formyl-THF, karbondioksit ve ATP ile GTP gibi enerji paketleri - AMP sentezinde kullanılan moleküllerin tamamı - suda çözünerek eritilirse, ve çok uzun bir süre bu karışım bekletilirse (binlerce veya milyonlarca yıl) hiçbir zaman bir AMP elde edilemez.[5] Eğer Stanley Miller bunları karıştırıp yine bekleseydi, sanırım büyük bir hayal kırıklığına uğrardı.

Milan'dan Roma'ya gitmek için yalnızca ayakkabıya ihtiyacımız vardır. Fakat Sicilya'dan Roma'ya gitmek için, ayakkabıdan daha fazlasına ihtiyaç duyarız; bir gemi olmaksızın bunu başaramayız. Mars'tan Roma'ya gitmek için yüksek teknolojiye muhtaç kalırız. Aynı şekilde hücrenin kullandığı malzemelerle AMP sentezleyebilmek için de çok yüksek

bir teknoloji gerekmektedir: bunlar da sentezin her aşamasında rol oynayan enzimlerdir. Bu enzimler olmaksızın AMP elde edilemez. Şekil 7-1'deki aşamalar gerçekleşemeyecektir. Buradaki önemli nokta şudur: AMP ve adenin basit sentezleme metodlarıyla elde edilebilseler de, bu yöntemler hiçbir zaman ayakkabılardan roketlere giden biyolojik yolu açıklayamaz.



A bileşiğinin, B ve C aracıları tarafından D bileşiğine dönüştürüldüğü bir metabolizma sentezi düşünün. Bu tepkimeler aşamalı olarak evrimleşmiş olabilir mi? Eğer A, B ve C hücre için gerekli olan bileşiklerse, ve aynı zamanda B, C veya D başlangıçtan itibaren gerekli değilse; bu durumda yavaş bir gelişmeyi normal karşılayabilirdik. Hücre A maddesini aşamalı mutasyonlar sonucu oluştururken, fazladan B bileşiği oluşmuştur. Eğer B'nin hücreye bir zararı yoksa, belki de zamanla yapacak bir şeyler bulmuş olabilir. Böylece senaryo tekrarlanır ve rastgele bir mutasyon sırasında hücre B maddesinden C'yi üretir ve daha sonra C için yapacak bir iş bulunur ve bu böylece gider.

Ne var ki, D maddesinin en başından itibaren gerekli olduğunu düşünelim. AMP yeryüzündeki hayatın devamı için gereklidir: DNA ve RNA sentezlerinde kullanılır ve aynı zamanda başka önemli moleküllerin üretiminde de gereklidir. Belki AMP gerektirmeyen bir canlı organizmanın var olması mümkün olabilir, fakat bunun nasıl olabileceğini kimse bilmiyor. Zaten Darvvin'in evrim teorisinin ana problemi de burada yatıyor: eğer hücrenin içinde sadece karmaşık biyosentetik bir sentezin sonucunda oluşan madde kullanılıyor olsaydı, bu sentezin evrimleşme aşamaları ne olabilirdi? Eğer A, B ve C maddeleri sadece D'yi oluşturmak için varsa, organizmanın sadece A maddesini üretmesinin ona ne faydası olabilir? Ya da, A maddesini üretiyorsa, B'yi neden üretebilir? Eğer hücre AMP molekülüne ihtiyaç duyuyorsa, bu durumda Aracı III, IV veya V'i üretmesinin ne anlamı olabilir? Aracı maddelerin bir işe yaramadığı metabolizma olaylarının varlığı, Darwin'in evrim teorisine bir meydan okumadır. Aynı mantık AMP için de geçerlidir, çünkü hücrenin hiçbir alternatifi yoktur: AMP molekülü hayatın sürekliliği için gereklidir. Hücre ya hemen AMP üretir, ya da ölür.

Birkaç ders kitabında bu problem anlatılmaktadır. Thomas Creighton bu konuyu basit bir yaklaşımla açıklamakta:

Metabolizma sistemlerinin karmaşık biyokimyasal sentezleri nasıl evrimleşmiş olabilir? Aminoasitlerin, nükleotidlerin, şekerlerin ve bunun gibi diğerlerinin yapı taşlarını oluşturan metabolizma olaylarını oluşturan biyosentez yöntemlerinden bahsederken, evrimciler bunların sanki zaten hazır bulunan maddeler olduğunu varsayarak hareket etmekte ve hazırladıkları çorbanın içine atmaktadır. Organizmalar sayıca arttıkça, o zaman bu maddelerin sayıca azalmaları gerekmez miydi? Bu karışımın içinde yeni evrimleşmiş bir enzimi kullanarak bu maddelerden birini bile üretebilecek bir organizma, doğal olarak çok avantajlı olacaktı. Bu maddenin varlığı tehlikeye girdiğinde ise, sadece bu maddeyi üretebilecek organizmaların seçilmiş olması gerekmektedir. O zaman bu senaryoya göre, metabolizma sentezlerinde ortaya çıkan enzimler, modern bilimin ortaya çıkardığı yönün tam aksi yönde gelişmiş olması gerekir.[9]

Creighton'un anlattıkları kısaca özetlenirse, modern bir organizmada A–^B–^C–^D sırasıyla hareket eden bir reaksiyon zinciri bulursak, bu demektir ki D maddesi öngörülen ilkel ortamda bulunmak zorundadır – bu maddenin enzimler olmadan basit kimyasal yöntemlerle oluşmuş olması gerekir. D maddesinin miktarı azaldıkça, bazı organizmalar C maddesinden D'yi üretmeyi "öğrenmek" durumunda kalmıştır. Bu defa C bitince. B'den C üretmeyi öğrenmesi gerekir. Tekrar bir kıtlık yaşandığında, bu sefer B'den A'yı üretmeye başlamıştır, ve bu şekilde devam eder. Aynı şematik açıklama, *Molecular Biology of the Celi* adlı kitapta; Nobel ödüllü yazar James VVatson, Ulusal Bilimler Akademisi Başkanı Bruce Alberts ve diğer bilimadamları tarafından kullanılmıştır. Bir şema üzerinde anlatılan ilkel organik çorbada,

Prebiyotik sentez ile oluşturulmuş maddeler bulunur (A,B,C ve D). Bu maddelerden birisi, D metabolizma açısından kullanışlıdır. Hücre, D maddesini tüketmeye başlayınca, bu durumda C maddesinden D'yi üretebilecek bir enzimin oluşması için evrimsel bir seleksiyon avantajı doğmuş olur. [10]

Evet, herkesin kabul edebileceği gibi eğer elimizdeki D stokları tükenirse, yapılacak en iyi şey C'den D'yi üretmek olacaktır. Ve B'yi C'ye dönüştürecek sistemin de kolay olması gerekir. Her şey bir yana, bunlar

alfabede birbirlerini takip eden harflerdir. Peki öyleyse A ve B ile diğerlerini nasıl elde edebiliriz? Çorbanın içinden tabii ki.

Fakat burada ilginç bir gerçek, bu A-^B-^C-^D sentezinde kullanılan temsili harflerin yerine hiçbir zaman gerçek kimyasal maddelerin adları konmamıştır. Yukarıda bahsettiğim ders kitaplarında da, şema ve çizimler dışında bir açıklama yapılmamıştır. Hatta Profesör Dr. olmaya aday öğrenciler bile bu kitaplardan faydalanmaktadır. İnsan kendi hayal gücünü kullanırsa bir çorba benzeri karışımın içinde C maddesinin serbestçe dolaştığını ve sonra bir şekilde D'ye dönüştüğünü umabilir, aynı Calvin ve Hobbes'un bunu kolaylıkla hayal edebilmesi gibi. Fakat, Aracı XIII=13 olarak adlandırılan adenylosuccinate maddesinin AMP'ye dönüştüğünü hayal etmek biraz daha zor olacaktır. Hatta Aracı VIII olarak adlandırılan carboxyaminoimidazole ribotide maddesinin kendi halinde, 5-aminoimidazole-4-(N-succinylocarboxamide) ribotide (Aracı IX) maddesine dönüşmeyi beklemesi ise hayal gücü sınırlarını iyice zorlamaktadır. Bunlara inanmak gerçekten zor, çünkü kimyasal maddelerin gerçek adları kullanıldığında, bunları üretebilecek gerçek isimlerin kullanılması gerekir. Fakat hiç kimse bunu yapmamıştır.

A-^B-^C-^D teorisiyle ilgili problemler bir hikaye gibidir. İşte birkaç tane daha ünlü problemi inceleyelim. Öncelikle, Aracı X dışında, prebiyotik sentez deneylerinde, AMP'nin biyosentezinde kullanılan hiç bir madde elde edilememiştir.[11] Hidrojen siyanid ve amonyak tepkimesinden adenin oluşturulmasına rağmen, adenini oluşturacak biyolojik maddeler üretilememiştir. İkinci olarak, biyokimyasal sentezde kullanılan aracıları oluşturacak enzimler, ancak çok özel koşullar altında üretilebilir. Örneğin, eğer Aracı V ve IX'u oluşturacak kimyasal tepkimeleri yönlendirecek enzimler olmazsa, format farklı sonuçlara neden olup AMP sentezini tamamlayamayacaktır. Bunu takip edecek aşamalarda kullanılacak enzimlerin de önceden varolması gerekir, yoksa enzimlerin üzerinde çalışacakları bir malzemeleri olmayacaktır. Ayrıca enerji gerektiren adımlar da düzenli olarak kontrol edilmelidir, böylece yanlış bir amaç uğruna kullanılması engellenmiş olur. Örneğin arabaların yakıt olarak kullandığı benzin, ancak doğru bir sistemle dönüştürüldüğünde aracı hareket ettirebilir. Arabanın altındaki bir benzin birikintisini yakmak, ona bu enerjiyi vermeyecektir. Aynı şekilde ATP enerjisinin kullanımını yönlendirecek bir enzim olmazsa, enerji boşa harcanacaktır. Bir kez daha belirtmeliyim ki, bu aşamaların her birini yönlendirecek enzimler bulunmadığı takdirde, sentez işleminin ilerki aşamalarında orga-

nizmanm kullanacağı kimyasalların oluşma ihtimali olamaz.

A-»-B-»-C->-D hikayesindeki bir üçüncü problem ise bu sentezde kullanılan bazı aracıların kimyasal anlamda tepkimeye açık olmalarıdır. Tüm hayal gücümüzü zorlayarak bunların prebiyotik bir çorbada oluştuğunu düşünsek bile, ya hemen kendilerini yok edecek ya da kontrolsuz tepkimelere gireceklerdi. Sonuçta yine sentez sonuçlanamayacaktı. A-^B-^O^D hikayesine karşı başka sebepler de öne sürülebilir, fakat şimdilik bunlarla yetineceğim.

SONRA VE ŞİMDİ

Birkaç yıl önce, Allan Bloom tarafından yazılan *The Closing of the American Mind* adlı kitabı okudum. Bu kitapta öne sürüldüğü gibi birçok Amerikan fikrinin aslında Avrupa felsefelerine dayandığını görünce, bayağı şaşırdım. Özellikle "Mack the Knife" adlı şarkının aslında "Mackie Messer" adlı bir Alman şarkısı olduğunu öğrenince hayrete düştüm. Hatta bu şarkının temeli Nietzsche'nin *Thus Spake Zarathrusta*[12] adlı eserine kadar gitmekteydi. Çoğumuz fikirlerimizin yalnız kendimize ait olduğunu düşünmek isteriz – ya da en azından başkası teklif etse bile kendi onayımız olduğu için kabullendiğimizi söyleriz. Aslında acı bir gerçek olsa da, genellikle dünyanın nasıl varolduğuna dair görüşlerimiz, içinde bulunduğumuz kültürün sahip olduğu görüşlere dayanmaktadır.

A-B-C-D hikayesi, üzerinde fazla düşünülmeden geçilen eski bir hikayedir. İlk kez, Horowitz tarafından 1945 yılında yayınlanan *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Ulusal Fen Bilimleri Akademisi Çalışmaları) adlı kitapta sunulmuştur. Horovvitz problemi şöyle açıklamaktadır:

> Doğal seleksiyon, vücut içinde belirli fonksiyonları içermeyen özellikleri açıklayamadığından, bu durumun en belirgin sonucu, biyosentezin dev bir evrimsel adımla gerçekleşmiş olamayacağıydı. Çünkü her seferinde bir tek genin mutasyona uğramasıyla devam edebileceğini düşünen bu tezin gerçekleşmesi mümkün değildir.

Fakat buna ait farklı bir bakış açısı da vardır:

> Aslında öne sürülen hipoteze göre ilk biyolojik sentez evrimin ani aşamalı adımlarıyla gerçekleşmiştir, bu da her seferinde bir

mutasyonun olumlu olarak gerçekleşmesi anlamına gelir. Fakat bu aşamaların izlediği düzen, sentezin ilerlemesini gerektirirken tam tersi yönde sonuç alınmıştır. Bu demektir ki, bu zincirdeki en son aşama, evrimde ihtiyaç duyulan ilk adımlardan birisidir ve takip eden sentezlerde de benzer sorunlar yaşanır. Bu süreçin gerçekleştirilebilmesi için özel bir kimyasal ortama ihtiyaç vardır; daha doğrusu bu ortamda son ürünler ve potansiyel aracıların bulunması gerekir. Böyle bir ortamın kendiliğinden nasıl oluştuğu sorusunu şimdilik erteleyip, öne sürülen mekanizmanın nasıl işlediği sorusuna bir göz atalım. Burada söz konusu canlı türünün D adlı bir org. ,ik moleküle ihtiyaç duyduğu varsayılmaktadır. Bir biyolojik aktivitenin sonucu olarak D molekülü o derece azalmaktadır ki, türün daha fazla gelişmesi bu şekilde engellenmiş olur. Bu noktada, gerçekleştirilebilen B+ C=D... reaksiyonunu başarabilen değişkenler avantajlıdır. Fakat zamanla B azalarak tür için yine kısıtlanmış olur ve diğer maddelerden bir sentez yaparak bunu giderme ihtiyacı ortaya çıkar.[14]

Burada, biyokimyasal yöntemlerin geliştirilmesiyle ilgili olarak modern kitapların verdiği açıklamalar bulunmaktadır. Fakat Horovvitz'in döneminde fen bilimleri ne kadar gelişmişti? 1945'te Horowitz'in makalesi yayınlandığı zaman, henüz genlerin yapısı bile bilinmemekteydi ve nükleik asit ile proteinin de öne sürüldüğü gibi "değişik özelliklerdeki kimyasal koşulların" varlığını ispatlamak için hiçbir deney yapılmamıştı. Fakat sonraki yıllarda, biyokimya ilerledi ve yine de Horowitz'in hipotezini destekleyecek bir gelişme olmadı. Genlerin ve proteinlerin yapısı; Horovvitz'in yaşadığı dönemde tahmin edilenden çok daha karmaşıktır. AMP sentezindeki maddelerin yaşayan bir hücrenin dışında bulunmadığını düşündürecek birçok kimyasal sebep bulunmaktadır. Bunun tersini ispatlayacak herhangi bir deney zaten yoktur. Horowitz'in ertelediği "kimyasal koşulların nasıl oluştuğu" sorusu üzerinden 50 yıl geçmiştir. Bunun ispatlama zorluklarına rağmen, Horovvitz'in eski hikayesi ders kitaplarında apaçık bir gerçek gibi anlatılmaktadır; elli senelik süre bile bu gelişmeyi durduramamıştır. Modern yayınları okurken bu eski ifadelerin yetersizliği dikkat çekmektedir.

Ders kitapları da bu standart fikri içermesine rağmen, yine de bazı insanlar bu konudan rahatsız olmaktadır. Nobel ödülü sahibi bilim adamlarından Christian de Düve, *Blueprint for a Celi* (Bir Hücrenin Şifresi) adlı kitabında, hidrojen siyanür/amonyak tepkisinin önemi hakkındaki

tereddütlerini ifade etmiştir. Bunun yerine ise AMP'nin "metabolizma işlevleri" sırasında meydana geldiğini ve AMP sentezi sırasında ortamda bulunan proteinlerin zamanla çeşitli kimyasalları üretme becerisine sahip olduğunu söyler. Teorisini açıklamak için ise *abiotik sentez* kelimelerinden çıkarak, A – B – C – D harflerine işaret eden oklardan oluşmuş bir şekil kullanır. Buna ek olarak A, B, C ve D harflerinden M, N, S, T ve W, sonra da P, O, Q, R ve U haflerine işaret eden oklar bulunur. Her okun yanında katalizör kelimesinin kısaltması olarak *Kat* yazılıdır. Böylece harflerin nereden çıktığı anlaşılır, fakat bu açıklama yeterli değildir: çünkü öne sürülen sistem için tek delil bu şeklin kendisidir! Bu araştırmanın hiçbir yerinde kendisi veya başka bir araştırmacı, bu harflere gerçek kimyasalların adlarını vermez. Hayatın köklerini araştıran bilimadamları ise hiçbir zaman AMP sentezindeki aracı maddelerin yaşam öncesi bir karışımda bulunduğunu iddia etmemiştir. Aslında bu harflerin Düve'nin zihninden başka bir yerde bulunduğu da tartışma konusudur.

Bu durumdan rahatsız olan bilimadamlarından birisi de, Santa Fe Enstitüsü'nden Stuart Kauffman'dır. Yaşayan canlıların metabolizmalarındaki karmaşık ve eksiksiz işleyiş, onun çeşitli aşamalar gerektiren yaklaşımdan şüphe etmesine neden olmuştur:

> Fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için, metabolizmanın en azından yenilen besinleri gerekli maddelere dönüştürecek bir dizi transformasyon işlemini sürdürmesi gerekir. Bunun tam tersine, bu gerekli maddelerin ve enerjinin transferi olmadan, metabolizma sisteminin evrimleşmesini izleyecek canlı nasıl yaşayabilmiştir?–*[5]

Öne sürdüğü bu soruyu cevaplamak için matematiksel anlamda Duve'nin yaptığının benzerini tekrarladı: bu kompleks karışımda çeşitli kimyasallar diğerlerine dönüşür ve bu diğer maddelere dönüşerek kendi kendini takip eden bir ağa dönüşür. Yazılarından, Kauffman'ın çok zeki birisi olduğu anlaşılmaktadır, fakat matematik ile kimya arasındaki bağlantıyı pek iyi kuramadığı söylenebilir. Kauffman görüşlerini, "Bağlantılı Metabolizmanın Kökeni" adlı bölümde ortaya koyarak tartışmıştır; fakat eğer bu bölümü baştan sonra okursanız, *tek bir kimyasal maddenin adına bile rastlayamazsınız* – AMP, aspartic asit; daha doğrusu hiçbir şey. Aslında, kitabın arkasındaki konu fihristini taradığınızda burada da bir tek kimyasal maddenin adına rastlayamazsınız. Kauffman'ın eski danışmanı John Maynard Smith, onu böyle "gerçeklere–dayanmayan bilim"[16] yapmakla suçlamıştır. Bu ciddi bir suçlamadır, fakat kitabın içinde

hiçbir kimyasal madde ad, geçmediği için eleştiriye hak vermek yerinde olur.

Kauffman ve Düve basamaklı evrim teorisi için gerçek bir problem tespit etmiştir. Fakat onların önermeleri de, Horowitz'in eski fikirlerinin sadece varyasyonlar,d,r. A~B~C-D s.ralamas, yerine onlar. A~B~C-D çarpı yüz diyerek onun bir benzerini öne sürmüşlerdir. Daha da kötüsü, hayali harflerin sayısı arttıkça, gerçek kimya biliminden uzaklaşma oranı da giderek artar ve matematiğin zihinsel karmaşasında takılıp kaArsınız.

İYİ OLANDAN ÇOK FAZLA

Kral Midas'ın hikayesini tüm çocuklar hayatlarında en az bir kez duymuşlardır. Açgözlü kral, altını dünyadaki her şeyden daha fazla seviyordu, ya da böyle düşünüyordu. Bir dokunuşla her şeyi altına çevirme yeteneği ona verilince fazlasıyla memnun olmuştu. Eski vazolar, değersiz taşlar, kullanılmış kıyafetler ve diğer eşyaların tümü, onun bir dokunuşuyla paha biçilmez oluyordu. Fakat yemek istediği yiyeceklerin de altına dönüştüğünü fark edince, başının aslında dertte olduğunu anladı. Sonunda, bu aptalca isteği onu büyük bir üzüntüye sürükledi; çünkü küçük kızı Marygold babasına sarıldığı an altın bir heykele dönüştü.

Kral Midas'ın hikayesi bize açıkça bir ders veriyor: açgözlü olmayın, sevgi paradan daha değerlidir, ve pek çok ders daha... Fakat bunlar kadar açık olmayan başka bir ders daha var, bu da kullanımdaki kontrolün önemi. Herhangi bir işlemi yerine getiren bir makineye veya sisteme sahip olmak yeterli değildir; gerek duyulduğunda bu işleyişi açma ve kapatma yeteneğine de sahip olmalısınız. Eğer kral hem altına çevirme yeteneğine, hem de bunu geçersiz kılma yeteneği isteseydi; belki bir iki kaya parçasını altına çevirebilecek fakat kızına bir şey olmayacaktı. Tabakları altına çevirebilecekti ama yemeklerini değil.

Günlük hayatımızda kullandığımız makinalar için de kullanımda bir kontrol olması zorunludur. Bir testerenin kapatılamaması büyük tehlikeler doğurabilirdi, veya frenleri ya da vitesi olmayan bir araba da pek kullanışlı olmazdı. Biyokimyasal sistemler de günlük hayatımızda kullandığımız makinelerdir (böyle düşünsek de düşünmesek de) ve bu nedenle kontrol edilebilir olmaları gerekir. Bunu daha iyi gösterebilmek için bundan sonraki üç paragrafı, AMP sentezinin nasıl kontrol altında olduğunu açıklamaya ayıralım (Şekil 7-2'de açıklanmıştır).

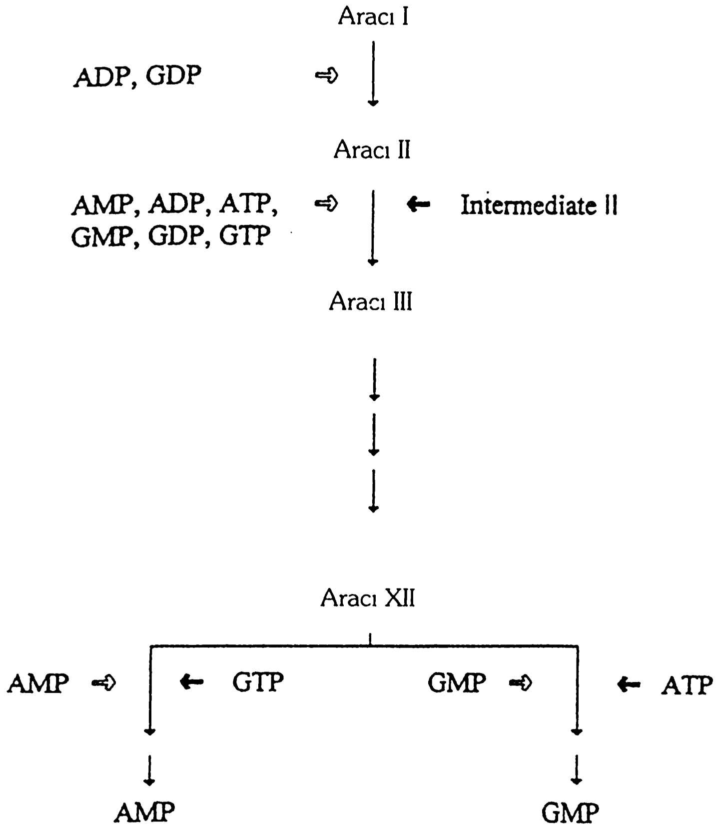
O Riboz-5-fosfat molekülünü, Aracı H'ye dönüştürebilmesi için Enzim I'in ATP enerjisine ihtiyacı vardır.

Enzimin üzerinde bulunan bir bölgeye hem ADP, hem GDP bağlanabilir, böylece hücre içindeki kimyasallar fazla olduğunda buna yönelik tedbir alınmış olur. ADP veya GDP'nin bağlanmasıyla bir şalter görevi yapan sistem işlemeye başlar ve enzim faaliyetleri yavaşlarken, AMP sentezi de yavaşlamış olur. Bunun fizyolojik etkileri çok önemlidir: ADP, kullanılmış AMP'den arda kalanlar olduğu için (mermi patladıktan sonra geriye kalan parçalar gibi), ADP'nin hücre içinde yüksek derişimde olması ATP'nin de fazla olduğunu gösterir; bu durumda hücredeki enerji miktarı azdır. Bu yüzden AMP üretmek yerine Aracı I, yakıt olarak kullanılarak daha fazla ATP üretilmesi hedeflenir.

Genellikle biyokimyada, bir molekülün belirli metabolizma işlemlerini başlatan bir enzim, planlı bir biçimde kontrol altına alınmıştır. AMP sentezi de bu kapsamdadır. Aracı II, başka amaçlar için kullanılsa bile; bir kez Aracı IH'e dönüştürülürse bu molekül karşısına çıkan enzimler tarafından ya AMP, ya da GMP ile bağlantıya girer. Bu demektir ki, bu kritik reaksiyonu katalize eden enzim de (Enzim II) kontrol edilmektedir. Reaksiyona girdiği moleküllerin bağlanabileceği bölge olan Enzim H'nin, buna ek olarak başka bağlantı noktalan da bulunmaktadır: birisi AMP, ADP veya ATP ile, İkincisi de GMP, GDP veya GTP ile bağlanır. Bir bölge dolu olduğu zaman, enzim daha yavaş çalışır; iki bölge de dolu olduğu zaman ise, faaliyet hızı daha da yavaşlar. Ayrıca, reaksiyonun gerçekleştiği bölgenin yanısıra; Enzim H'nin bir de Aracı II ile bağlandığı bir bölgesi vardır ve bu durumda kendisi reaksiyona girer. Aracı Il'nin enzime bağlanmasıyla birlikte enzim daha hızlı çalışır. Bunun fizyolojik bir anlamı vardır: eğer çevrede enzime bağlanan çok fazla Aracı II varsa ve enzimin her iki bölgesine birden bağlanıyorsa, bu durumda hücre sentez işlevini aksatır ve en kısa zamanda daha fazla Aracı II üretmesi gerekir.

Bu sentezleme işlemi ayrıca başka noktalarda da düzenlenmektedir. IMP oluşturulduktan sonra, sistem AMP veya GMP üretmeye başlar. IMP ile AMP arasındaki ilk aşamayı katalize eden Enzim XII, AMP oranının artmasıyla kendiliğinden yavaşlar. Benzer şekilde, IMP'nin GMP'ye dönüşmesindeki ilk aşama fazla GMP üretilmesiyle yavaşlar. (Kral Midas'ın tersine, bir şeyden çok

AMP SENTEZİNİN DÜZENLENMESİ. KALIN BEYAZ OKLAR SENTEZİ YAVAŞLATMAKTADIR; KALIN SİYAH OKLAR İSE SENTEZİ HIZLANDIRMAKTADIR.



fazla olduğu zaman enzimler bunu fark edebilirler.) Sonuç olarak, Enzim XII enerji üretmek amacıyla GMP'yi kullanır, çünkü eğer etrafta çok fazla GTP varsa dengeyi sağlamak için daha fazla "A" nükleotidlerinden (AMP, ADP ve ATP) üretmek gerekir. Sentezin son aşamasında ise benzer nedenlerden dolayı GMP, ATP'yi enerji kaynağı olarak kullanır. □

DÜZENİN KONTROLÜNDE HATA

Metabolizmanın düzeni bozulduğunda, sonuç ya bir hastalık, ya da ölümdür. Diyabet hastalığı buna bir örnektir; hücrelerin içlerine aldıklan şeker oranı azalınca, şeker molekülleri hücrelerin içine girmeyi başarsa-

hastalık ise AMP sentezindeki aksaklıktan kaynaklanır ve buna Lesch-Nyhan sendromu denir. Lesch-Nyhan sendromunda, kullanılmış DNA veya RNA'dan geriye kalan kullanılmış nükleotidleri tekrar kullanılır hale dönüştürecek bir enzim eksik veya hareketsizdir; bu durumda dolaylı olarak Aracı II molekülü artarak yığılır. Ne yazık ki yukarıda belirtildiği gibi Aracı II, Enzim H'yi harekete geçirerek böylece AMP ve GMP'nin sentezlenme oranını arttırır. Bu maddelerin fazlaca üretilmesi nedeniyle de kandaki üre oranı artar (AMP ve GMP'nin parçalanmasıyla), bu da çözeltiden dışarı çıkarak kristalleşmesine yol açar. Üre kristallerinin çoğalması ve birikintilere yol açması, normal vücut faaliyetlerini engelleyici rol oynayabilir. Gut hastalığı da bunun bir sonucudur. Lesch-Nyhan sendromunda ise ortaya çıkan sonuçlar daha şiddetlidir. Gerizekalılık ve kendi kendine zarar verme gibi eğilimler ortaya çıkar - hastalar kendi ellerini ve dudaklarını ısırarak yemeye başlarlar.

AMP'nin biyosentezi, organizmalar içindeki biyomolekülleri doğru oranda tutacak karmaşık mekanizmaların önemini vurgulamak için çok iyi bir örnektir: çok fazla değil, çok az da değil; fakat tüm moleküllerle doğru oranda olmalıdır. Darwin'in ortaya koyduğu aşamalı gelişim mantığında ortaya çıkan problem şu sorunu açıklayamamaktadır; hücreler yeni bir katalizör ortaya çıkmadan neden kendi kendisini denetleyecek bir kontrol mekanizması geliştirmiştir. Fakat yeni ve kontrolsuz bir sistemin ortaya çıkması, iyi veya güzel bir sürpriz olmaktansa; organizma için daha çok genetik bir hastalık sayılacaktır. Tek hücreli organizmalar için de bu geçerlidir ve öne sürüldüğü gibi aşamalı bir gelişme olsaydı, hatalar için pek fazla yer olmazdı. Flücreler bu durumda yokluk ve bolluk arasında belirsiz bir durumda kalırdı.

Hiç kimse, AMP sentezi için sistemin nasıl geliştiği konusunda bir fikre sahip değildir. Bilimadamlarının çoğu bunun asla aşamalı gerçekleşmesinin mümkün olmadığını gözlemlemiş, fakat hiçbiri hücrenin başlangıcında düzenlenerek kontrol altına alınması gereken metabolizma sisteminden bahsetmemiştir. Bu çok ilginç - hiç kimse bunu aşamalı evrime bağlayarak kendisini tehlikeye atmak istememektedir.

Bir varmış bir yokmuş, bir hücre önündeki yola uzun uzun bakmış. Yolun diğer tarafında ise yeni bir metabolizma sistemi durmaktaymış. Kimyasal kamyonlar, otobüsler, tren vagonları ve motosikletler bu küçük metabolizma sistemini fark etmeden yanından geçer gidermiş. Hücrenin önündeki ilk şeritte "çorbada aracılar bulunmuyor" yazmaktaymış,

o da etrafında siren sesini duyan diğer hücrelerin kanıtlarını görmüş. İkinci şeritte ise, "yönlendirici mekanizmaya ihtiyaç var" yazmaktaymış. Üçüncü şeritte sadece birkaç hücre bulunmaktaymış, üzerinde de "aracıların dengesizliği" yazmaktaymış. Dördüncü şeritte ise "düzenin kontrolü" yazmasına rağmen, buraya başarıyla ulaşan olmadığından hiçbir hücre bulunmuyormuş. Diğer taraf ise daha da uzakmış.

MUTLAK TASARIM

Amerika Birleşik Devletleri Anayasası'nın Dokuz Numaralı Kanun Değişikliği'nde şu belirtilmektedir, "Anayasada çeşitli hakların sıralanmış olması, insanların elinde bulundurduğu diğer hakların reddedilmesi veya hor görülmesi olarak yorumlanamaz." Bu kısaca demektir ki, özetlenen bir anlatım tüm açıklamaları içeremez ve bu nedenle henüz tartışılmamış konular hakkında bir karar verilmemiştir. Ben de, bu kitap hakkında benzer bir ifadede bulunmak istiyorum. Üçüncü ve Altıncı Bölümlerde, biyokimyasal sistemlerin eksiltilemez karmaşıklığından bahsettim ve bunların aşamalı olarak varolamayacağına dair birçok detaylı açıklamada bulundum. Ayrıntıları vermemin nedeni, okuyucunun nedenleri ve problemleri açıkça görebilmesi nedeniyleydi. Bu sistemler üzerinde çok fazla zaman harcadığım için diğer biyokimyasal sistemleri bu derece detaylarıyla inceleme fırsatım olmadı, fakat bu onların Darvvinizm için hâlâ bir sorun teşkil etmediği anlamına gelmez. Eksiltilemez karmaşıklığın diğer örnekleri arasında DNA'nın kendini kopyalaması (replikasyonu), elektron transportasyonu, telomer sentezi, fotosentez, transkripsiyon ve diğer birçoğu gösterilebilir. Okuyucu isterse bir kütüphaneye giderek biyokimya kitapları alabilir ve kendi kendine aşamalı bir gelişmenin olamayacağına dair bulduğu delilleri ortaya koyabilir.

Bu bölüm ise biraz daha farklıydı. Burada göstermek istediğim; Darwinizm için problem olanların, sadece eksiltilemez bir karmaşıklığa sahip sistemlerin olmadığıydı. Çünkü ilk bakışta aşamalı bir evrim sürecine uygun gibi görünen sistemler bile açıkça incelendiğinde Darwinizm için başağrılarına yol açacaktır - deneyler de bunu ispatlayacaktır - bu da onların hiçbir şekilde evrimsel bir süreçle açıklanamayacağını göstermektedir.

Horou/itz'in öne sürdüğü fikir, onun döneminde iyi sayılabilirdi. Belki de o zaman işe yaradı; hatta doğru bile sayıldı. Eğer karmaşık bir metabolizma sistemi aşamalı olarak evrimleşmiş olsaydı, bunun Horo-

witz'in öne sürdüğü gibi olması gerekirdi. Fakat yıllar geçtikçe bilimde ilerlemeler oldu ve onun sisteminin detayları yolun ortasında kalakaldı. Eğer AMP üretimini Darwinizm'e dayanarak detaylarıyla açıklayabilen bir teori varsa, bunun ne olduğunu kimse bilmemektedir. Burunları havadan inmeyen kimyagerler ise, şimdi bir açıklama bulabilmek ümidiyle matematik içinde boğulmuşlardır.

AMP, Darwin için sorun olan tek metabolizma sistemi değildir. Aminoasitler, lipidler, vitaminler ve bunun gibi daha birçok molekülün biyosentezi de aynı problemleri çıkartacaktır; hatta bundan daha da fazlası vardır. Fakat şimdi burada diğer problemlere girmeyeceğim. Dikkatimi biyokimyadan ayırmadan, diğer konuların derinine pek inmeyeceğim. Son beş bölümde tartışılacak bilimsel deliller, Darvvin'in yaşamı açıklama şekline karşı birer dağ ve uçurum gibi duracaktır.

KISIM III

KUTU BİZE NELER SÖYLÜYOR?

BÖLÜM 8

YAYINLA, YA DA YASAKLA

MOLEKÜLER EVRİM DERGİSİ

Üçüncü ve Yedinci Bölümler arasında, karmaşık biyokimyasal sistemlerin başlangıcını şimdiye dek kimsenin açıklayamadığını anlattım ve tartışmaya açtım. Halbuki Amerika Birleşik Devletlerinde, hayatın moleküler temellerini merak eden binlerce bilimadamı bulunmaktadır. Bunların çoğu vakitlerini proteinleri izole edip, yapılarını incelemekle geçirir ve bu Liliput ülkesi canlılarının nasıl çalıştığını anlamaya çalışır. Ne var ki, bunlardan bir kısmı evrime ilgi duyduklarından, profesyonel literatür anlamında birçok çalışma yayınlamışlardır. Eğer karmaşık biyokimyasal sistemler açıklanamıyorsa, "evrim" adı altında acaba ne tür biyokimyasal sistemler incelenmiştir? İşte bu bölümde şimdiye dek incelenmiş olanları göreceksiniz – ya da göremeyeceksiniz.

Hayatın moleküler esasları ilk kez bulunduğunda, evrimsel yaklaşım moleküllere de uyarlanmaya çalışıldı. Bu alanda yayınlanan profesyonel araştırmaların sayısı arttıkça, özel bir yayın olan *Moleküler Evrim Dergisi* (Journal of Molecular Evolution) kuruldu. 1971 yılında kurulan JME, hayatın moleküler olarak nasıl geliştiğini açıklamayı kendine hedef edindi. Bu çalışmaları da dalında tanınmış kişiler yürütmekteydi. Yazı işleri ve yönetim kurulunu oluşturan elli kadar kişinin arasında, Ulusal Bilimler Akademisi'nin bir düzine üyesi de bulunmaktaydı. Yayının Editörü olan Emile Zuckerkandl, (Linus Pauling ile birlikte) ilk kez farklı türlere ait benzer proteinlerin aminoasit dizilimleri arasındaki farklılığın, bu türlerin en son sahip olduğu ortak atalarını ortaya çıkardığını öne sürdü.

Ayda bir yayınlanan JME'nin her sayısında, moleküler evrimle ilgili en az on kadar araştırma bulunmaktadır. Ayda on makale, yılda en az yüz makale anlamına gelir ki; bu da on yılda bin makale anlamına gelir. Belirli bir dalda bin ayrı araştırma yapılmış olması, size çözümlenmiş prob-

lemler hakkında belki bir fikir verebilir, ayrıca göz ardı edilmiş problemleri de ortaya koyar. Fakat son on yılda JME'de yayınlanan makaleler incelendiğinde, bunlar kolaylıkla üç kategoriye ayrılabilir: hayatın başlangıcı için gerekli olan moleküllerin kimyasal sentezi, DNA veya protein diziliminin karşılaştırması ve kuramsal matematiksel modeller.

BAŞLANGIÇTA

Hayatın başlangıcı sorusu son derece önemli ve ilgi çekicidir. Biyoloji mutlaka bu soruyla derinlemesine ilgilenmelidir: söylendiği gibi eğer hayat doğal seleksiyonla gelişmiş olsaydı, ilk olarak canlılık nasıl ortaya çıkmış olabilirdi? Hayatın başlangıcını açıklamak üzere moleküllerin kimyasal sistemlerini inceleyen makaleler, JME'deki araştırmaların yüzde onunu oluşturmaktadır.

Modern bilimde en çok bilinen ve tanınan hikaye, Stanley Miller deneyidir. II.Dünya Savaşı'nın ardından yeni bir mezun olarak, Chicago Üniversitesi'nde Nobel ödülü sahibi Harold Urey ile birlikte laboratuvar çalışmaları yapan Miller, yaşamın henüz bulunmadığı dönemlerde yeryüzünde hangi kimyasal maddelerin bulunduğunu belirlemek istiyordu. Evrende en çok bulunan elementin hidrojen olduğunu biliyordu. Hidrojen; karbon, azot ve oksijen ile tepkimeyp girdiğinde – yeryüzündeki en sık rastlanan elementler – metan, amonyak ve su oluşturur. Böylece Miller; amonyak, metan, su buharı ve hidrojen içeren benzer bir atmosferde hangi kimyasalların oluşacağını görmek istedi.[2]

Metan, amonyak, su buharı ve hidrojen genellikle tepkimeye girmez. Bu gazların ilginç kimyasallar oluşturması için sistemin içine başka bir enerji kaynağı dahil etme gerekliliğini Miller bilmekteydi. Eski dünyada varolabilecek enerji kaynaklarından biri şimşekti. Böylece Miller laboratuvarda kurduğu bir düzenek ile eski dünyada varolduğunu varsaydığı gazları, bolca su ile birleştirdi ve yerleştirdiği elektrodlar ile bir şimşek simülasyonu gerçekleştirdi.

Miller suyu bir hafta kadar kaynatırken, gazların oluşturduğu karışımına da bir hafta kadar elektrik akımı uyguladı. Bu süre içinde laboratuvar düzeneğinin kenarlarında yağlı ve çözünülür olmayan katran benzeri bir madde oluştu. Su birikintisi ise, içinde diğer maddeler arttıkça, kırmızımsı bir renk aldı. Bir hafta sonunda Miller, suyun içinde oluşan kimyasal maddeleri analiz etti ve bunların içinde bazı aminoasitlerin olduğunu gördü. Bu sonuç dünyayı harekete geçirdi. Aminoasitler proteinlerin

yapıtaşları olduğu için ilk bakışta eski dünyada canlılık için gerekli olan maddelerin bolca bulunduğu şeklinde yorumlandı. Heyecana kapılan bilim adamları bu aminoasitlerin birleşerek proteinleri oluşturacağını hayal ettiler, ve bazı proteinlerin önemli kimyasal tepkimeleri katalize edebileceğini öne sürerek bu proteinlerin küçük hücre zarı gibi yapıların arasına sıkışarak benzer işlemlerle zamanla nükleik asitlerin oluşabileceğini söylediler ve böylece zamanla çeşitli aşamalardan geçerek ilk kez bölünerek çoğalan hücre ortaya çıkacaktı. Mary Shelley'in hayali kahramanı Frankenstein gibi, cansız maddelerin içinden geçen elektrik gerçekten hayatı meydana getirebilirdi.

Stanley Miller'ın açtığı yeni ufuk ile başka deneyler de yapıldı ve diğerlerine eklendi. Miller deneyinde birkaç farklı türde aminoasit tespit etmişti, fakat canlı organizmalarda yirmi farklı aminoasit bulunmaktadır. Diğer araştırmacılar Miller'ın deney koşullarını değiştirdiler. Simüle edilen atmosferdeki gazlar değiştirildi ve enerji kaynağı olarak belirlenen kıvılcımların yerini, ultraviyole ışınları aldı (güneş ışığına benzerlik sağlanmıştı), ayrıca yüksek basınç uygulamaları da yapıldı (patlamalar gibi). Daha gelişmiş analitik metodlar sayesinde, çok az miktarlarda kimyasallara rastlandı. Yapılan uzun çalışmalar sonuç vermişti; ayrı ayrı yapılan deneylerde, neredeyse yirmi ayrı aminoasit türü bulunmuştu.

Hayatın başlangıcı ile ilgili yapılan çalışmaların ilk yıllarında başka sonuçlar da elde edilmişti. Belki de en çarpıcı sonuç, Juan Orö'nun laboratuvarında elde edilmişti. Onlar, en basit kimyasal olan hidrojen siyanürün kendi kendine tepkimeye girerek farklı ürünler ortaya çıkarabileceğini gösterdiler. Bunların arasında, nükleik asitlerin yapıtaşlarından olan adenin de vardı. Bu sonuçlar nedeniyle, hayatın başlangıcının hedefi olarak DNA ve RNA inceleme altına alındı. Bunu takip eden yıllarda yine diğer nükleik asitler - bazı "bazlar" ve riboz gibi RNA'yı oluşturan şekerler - kimyasal simülasyon teknikleriyle elde edildi.

Bu şekide çok iyi reklamı yapılarak tanıtılmış bu başarılı görünen çalışmaları okuyan konuya yabancı birisi, hayatın başlangıcı konusunda olumsuz eleştirilerde bulunan yazıları okuyunca şaşırabilir. Bu alanda uzmanlardan birisi de Klaus Dose'dir ve problemi ortaya koyarken hiçbir şeyden çekinmez.

> Kimyasal ve moleküler evrim alanında yapılan 30 yıllık hayatın başlangıcı deneyleri, dünya üzerinden hayatın başlangıcı sorununu çözmektense daha çok içinden çıkılmaz hale getirmiştir. Şu an bu alandaki başlıca teoriler ve deneyler hakkında yapılan tüm tar-

tışmalar ya çıkmaza giriyor, ya da başarısızlığını itiraf ediyor.

Peki Miller'in parlak deneylerinin ardından, bu alanda çalışma yapan profesyonelleri tatsız sonuçlara yönelten nedir? Görüldüğü kadarıyla bu başarılar bir dizi problemi gölgelemiştir ve bunlar ancak basit kimyasal tepkimelerin daha da ötesi incelendiğinde anlaşılabilir. Bu problemlerden bazılarını inceleyelim.

Yaşayan organizmalardaki molekülleri hücrenin dışında üretmek oldukça kolaydır. Yetenekli bir kimyager rahatlıkla bir kimya şirketinden ihtiyaç duyduğu malzemeleri satın alabilir ve bunları doğru oranlarda ölçüp, uygun çözeltinin içine atarak bir laboratuvar tüpü içinde önceden belirlenen bir süre boyunca ısıtırsa, istenen kimyasalları da istenmeyenlerden ayırarak, istediği sonuca ulaşabilir. Sadece aminoasitler ve nükleotidler – yapıtaşları – oluşmakla kalmaz; kimyager bunları alarak başka şeyler de üretebilir: proteinleri ve nükleik asitleri. Aslında bunları oluşturan sistemler otomatikleştirilmiştir, ticari firmalar çeşitli kimyasalları karıştırarak protein ve nükleik asit üreten mekanizmaları pazarlamaktadır. Herhangi bir öğrenci bunlardan birinin kullanma kılavuzunu okuyarak uzun bir DNA zinciri oluşturabilir – belki de bir iki gün içinde bilinen bir proteinin genetik kodlamasını bile bulabilir.

Birçok okuyucu belki de problemi şimdiden tespit etmiştir. Bundan dört milyar yıl önce ortada bir kimyager yoktu. Ayrıca ne kimyasal madde üreten tesisler, ne damıtım düzenekleri, ne de bugün laboratuvarlarda kullanılan modern ekipmanlardan biri bulunmaktaydı. Ancak bunların tamamı bulunduğunda doğru sonuçlar elde edilebildi. Hayatın başlangıcı senaryosunun ikna edici olabilmesi için kimyasal tepkimelerin, minimum yönlendirmeyle gerçekleştirilmesi gerekir. Ne var ki, az da olsa bir miktar tasarımın dahil edilmesi kaçınılmazdır. Eski dünyada ne tür maddelerin bulunabileceğine dair yapılan tahminler ise bunların başlangıcıdır. Araştırmacının kullanacağı taktik ise uygun bir başlangıç noktası belirlemek ve daha sonra da ellerini çekmektir.

Örnek olarak ünlü bir şefin, doğal süreçlerin kendiliğinden çikolatalı bir kek üretebileceğini söylediğini varsayın. Bunu ispatlamaya çalışırken kullanacağı bitkileri bütün halinde almasına şaşırmazdık – buğdayı, kokoa bitkisini ve şeker kamışını – bunları daha sonra sıcak bir su kaynağının yanına koyup, ısınan suyun doğru malzemeleri açığa çıkartarak pişirmesini umud ederek beklerdi. Fakat eğer şef doğal malzemeler yerine, marketten alıp getirdiği rafine un, hazır kakao ve şekeri kullansaydi; ve sıcak suyun malzemelerden yararlı karışımı çıkarmasını bekleyeme-

kaynağı yerine elektrikli fırında sürdürmeye kalksaydı, itiraz ederek başımızı sallayarak çekip giderdik. Hatta daha da öteye giderek malzemeleri dikkatle ölçmeye kalkıp, bunları bir kabın içine koyarak karıştırmaya başlasaydı ve hepsini bir kek kalıbına dökerek fırında pişirseydi, artık sonunda orayı terk edip giderdik. Ortaya çıkan bu sonuçlar, onun öne sürdüğü gibi doğal yollardan kek yapma fikrine tamamıyla ters düşerdi.

Stanley Miller'in 1952 yılında yaptığı deney tüm dünyayı şaşkına çevirdi. Fakat Miller'in de açıkladığı gibi, bu onun üzerinde çalıştığı ilk deney değildi. Daha önce de düzeneğini biraz daha farklı bir biçimde kurmuş ve yine yağa benzer bir ürün elde etmişti, fakat yine de ortada bir aminoasit yoktu. Ortaya çıkartabileceği en ilginç malzemenin aminoasitler olduğunu düşünerek düzeneği buna göre değiştirdi ve yeni yöntemler denedi. Elbette, eğer dünyanın ilk zamanlarındaki koşullar Miller'in başarısız denemelerindeki gibi olsaydı, hiçbir zaman aminoasitler ortaya çıkamazdı.

Ayrıca, birçok aminoasidi bir araya getirerek bir protein oluşturmak ve bunu da biyolojik olarak faydalı faaliyetler yapacak duruma getirmek; kimyasal olarak aminoasitleri oluşturmaktan daha zordur. Aminoasitlerin bir araya getirilmesindeki başlıca problem, protein zincirine eklenen her aminoasit için bir su molekülünün açığa çıkması zorunluluğudur. Kimyasal anlamda bu daha zordur. Ve bunun tam aksine, suyun varlığı da aminoasitlerin protein oluşturmasını engellemektedir. Yeryüzünde su çok fazla bulunduğu için ve aminoasitler suda hemen çözündüğü için, hayatın başlangıcını evrimci yaklaşımlarla açıklamaya çalışan bilim adamları bu su problemini çözmek için garip senaryolar ortaya atmıştır. Örneğin, Sydney Fox adındaki bilimadami; bazı aminoasitlerin okyanus sularıyla yıkanarak volkanların sıcak eteklerine sürüklendiğini öne sürmüştür. İşte burada anlatılan hikayeye göre suyun kaynama noktasına gelmesiyle içerde kalan aminoasitler, suyun tamamıyla buharlaşması sonucu bir araya gelebilirdi. Fakat ne yazık ki, önceki çalışmalarda; ısıtılarak kuruyan aminoasitlerin sonunda katran benzeri bir maddeye dönüştüğü görülmüştü ve ortaya protein benzeri hiç bir şey çıkmamıştı. Fakat Fox farklı bir yöntem denedi, saf bir aminoasit karışımına bol miktarda üç ayrı aminoasitten birini ekleyerek bir laboratuvar fırınında ısıttı ve böylece aminoasitlerin birleşebileceğini söyledi. Fakat yine de bunlar birleştiğinde, protein oluşmuyordu – oluşturdukları şey kimyasal olarak farklı bir yapıdaydı. Bu nedenle Fox ve çalışma arkadaşları bunlara

duklarını açıkladılar. Bir takım katalizör becerilerine sahip olmanın yanısıra, gerçek proteinlere benzer yönleri de bulunmaktaydı.

Bilim çevreleri, bu deneyleri her zaman şüpheyle karşılamışlardır. Pastayı pişiren hayali ahçıda olduğu gibi, proteinoidlerin oluşmasında da değişik bir yön aranabilir. Bunların ortaya çıkması için gerekli olan özel koşullar – sıcak, kuru bir ortam (bunlar varsayıldığı gibi yalnız volkan eteklerinde bulunmaktaydı – ve önceden saf hale getirilmiş doğru orandaki aminoasitler – deneylerin geçerliliği konusuna gölge düşürmektedir. Bundan daha kötüsü, proteinoidler gerçek proteinler olmadıkları için, gerçek anlamda proteinlerin üretilmesi büyük bir problemdir. Hayatın başlangıcı teorilerinin zorluklarını inceleyen Robert Shapiro, bu konuda yazdığı kitaplarında proteinoidlerin şaşırtıcı bir görüş birliğine yol açtığını belirtmektedir:

> Proteinoid teorisi, Stanley Miller ve diğerlerinden sert eleştiriler almıştır... Yaratılışçı Duane Gish de bu eleştirilere katılmaktadır. Belki de hayatın başlangıcı teorilerinin hiç birinde, evrimciler ve yaratılışçılar arasında böyle bir görüş birliğine rastlanmamıştır, çünkü her iki taraf da Sydney Fox deneylerine karşı çıkmaktadır.[3]

Başka araştırmacılar ise aminoasitlerin birleşerek protein oluşturduğu diğer yöntemler öne sürmüştür. Fakat bunlar da proteinoidlerin karşılaştığı problemlerin benzerleriyle yıpratılmıştır ve hiçbiri bilimsel çevrelerden bir destek bulamamıştır.

RNA DÜNYASI

1980'lerde Thomas Cech adındaki bilimadamı, RNA'lardan bazılarının katalizle ilgili becerileri olduğunu ispatladı.^ Proteinlerin aksine RNA bir şablon gibi davranabildiğinden ve potansiyel olarak kendi kendini çoğaltmada katalizör görevi yaptığından dolayı – hayatı başlatma ihtimali olarak proteinler değil – RNA gösterilmektedir. Cech'in çalışmaları rapor olarak yayınlandığı için onu destekleyenler dünyanın bir dönemde RNA içinde yüzdüğünü düşünmekteydi; işte bu model de "RNA dünyası" olarak adlandırılmıştır. Fakat RNA dünyası ile ilgili öne sürülenler bilinen kimya kanunlarına aykırı düşmektedir. Stanley Miller'in 1960'larda oluşturduğu hava, 1990'larda RNA dünyası fikriyle tekrarlanmıştır: Her ikisi de ısrarla deneysel sonuçlara karşı mücadele vermektedir.

Doğal süreçlerin dünyanın ilk zamanlarında proteinlerin oluşabileceği

zor olmasına rağmen - RNA gibi nükleik asitlerin oluşmasının yanında çok daha basit kalmaktadır. Buradaki büyük problem şurada yatmaktadır, kendileri zaten bir "yapıtaşı" olan her nükleotid çeşitli parçalardan meydana gelmektedir ve bu parçaları oluşturan süreçler ise kimyasal anlamda uyuşmamaktadır. Bir kimyager laboratuvarında malzemeleri ayrı ayrı sentezleyerek, bunları saf hale getirerek ve daha sonra birbirleriyle tepkimeye sokarak, kolaylıkla nükleotidleri elde edebilir; ne var ki, yönlendirilmeyen kimyasal reaksiyonlar istenilmeyen ürünler ve şekilsiz sonuçlar verebilir. Hayatın başlangıcı problemi üzerinde uzun süre zorlu çalışmalar yürüten iki bilimadamı Gerald Joyce ve Leslie Orgel, yukarıdaki nedenlerden dolayı RNA'yı, "evrimci kimyacıların kabusu" olarak nitelendirmektedir. Söylediklerinde fazlaca haklıdırlar:

> Hayatın başlangıcı konusuyla ilgilenen bilim adamları kendi içlerinde, kesin çizgilerle ikiye ayrılırlar. Bunlardan ilk grup, hepsi moleküler biyolog olmasa da, ilk kez kendi kendini kopyalayan molekülün RNA olduğunu söylerler ve kimyagerlerin nükleotid sentezi konusunu fazlaca abarttığını iddia ederler. İkinci grup bilimâdamları ise biraz daha farklı düşünürler. Onlara göre dünyanın ilk yaratılışında ortaya çıkan nükleotidler, olsa olsa mucizevi bir biçimde meydana gelmiştir. (Yazarlar genellikle ikinci fikre katılırlar) Zaman, bunların hangisinin haklı olduğunu gösterecektir.[5]

Bu mucizevi olaylar gerçekleşip RNA ortaya çıkmış olsa bile, Joyce ve Orgel yine de önlerindeki engellerden endişe duymaktadır. Kaleme aldıkları "Başka bir Yumurta-Tavuk Paradoksu" adlı makalelerinde şöyle yazmaktadırlar:

> Bu tartışma... aslında bir anlamda çöp bir adam üzerinde yoğunlaşmıştır: bu kendi kendini kopyalayan RNA efsanesinde, nükleotidlerin bulunduğu bir karışımdan RNA molekülü aniden ayrılmıştır. Kimya biliminin şimdiki değerlendirmelerine göre böyle bir yaklaşım gerçek dışıdır, ayrıca RNA'nın kataliz yeteneklerinin inanılmaz derecede abartılması anlamına gelir ki, bu da pek inandırıcı olmaz. Evrim sözkonusu olmadığında bir ribozomun kendi kendine varolabileceğine inanabiliriz, fakat önceden hiçbir yerde kendi kendini kopyalama işlemi varolmadan bir ribozomun bunu yaptığını evrime dayandırarak açıklamak mümkün değildir.

Daha doğrusu, bu mucizede RNA'nın doğru kimyasal özelliklere sahip olarak var olması yeterli değildir. RNA'ların çoğunluğunun kataliz

onlara bu beceriyi kazandıracak kimyasal nitelikler olmalıdır.

Hayatın başlangıcı ile ilgilenenler, büyük bir sokak cinayetine hedef olurlar, bu konu derinlemesine son bölümde tartışılmaktadır. Dağ sıçanlarının trafiğin en yoğun olduğu saatlerde bin şeritli bir yolu kazasız geçmesine ne kadar engel yoksa; proteinlerin, nükleik asitlerin veya herhangi bir başka biyokimyasal maddenin tesadüfler sonucu doğada kendiliğinden oluşmasına da engel yoktur. Fakat, açıkça görüldüğü gibi trafikte bir katliam yaşanmaması imkansızdır. Bu nedenle bu konuyla ilgilenen bazı kimyacılar için çözüm basittir. Bir yolun kenarından bin kadar dağsıçanmı trafiğe bırakırlar ve birinin karşıya geçtiğini görürler. Daha sonra bin adet sıçanı bir helikoptere yerleştirirler ve bunları ikinci şeritin başına doğru uçururlar. Daha sonra hepsini yola bırakırlar. İçlerinden biri, ikinci şeritten üçüncüye geçmeyi başardığında, başka bin adetlik bir grubu üçüncü şeride bırakırlar. RNA dünyasının destekçileri de deneylerine itinayla sentezlenmiş, uzun ve saf RNA molekülleriyle başlarlar ve dağ sıçanlarını 700 numaralı şerite bırakarak içlerinden birinin 701 sayılı şerite geçtiğini görürler. Bu gerçekten zorlu bir denemedir. Fakat bu dağ sıçanlarından birisi karşı tarafa geçmeyi başarsalar bile, sonuç oldukça aldatıcı olacaktır.

Hayatın başlangıcı konusuyla ilgilenen bilimadamlarının güvenilir olmaya oldukça ihtiyaçları vardır; bilimin öngördüğü gibi sorunlara ölçümler ve deneylerle yaklaşmışlardır. Fakat deneyler pek bekledikleri gibi çıkmasa da, çalışmaları sonucunda hayatın başlangıcının doğal süreçlerle gerçekleşmiş olmasının ne derece zor olduğunu fark etmişlerdir–

Aslında çoğu bilimadamı, hayatın başlangıcı konusunda bir açıklama yapamamaktadır.7 Diğer yandan, hayatın başlangıcı konusunda bir açıklama olduğunu sandıklarında birtakım bilimadamları da, bu kitapta tarif edilen zorluklarına rağmen evrimin kolaylıkla açıklanabileceğini söylemektedirler. Bu karmaşık ve garip durumun sebepleri ise şöyledir; hayatın başlangıcı senaryoları ölçümlerle ve deneylerle test edilmektedir; ne var ki evrimci bilimadamları, evrim senaryolarını moleküler düzeyde ne ölçmekte, ne de deneylerden geçirmektedir. İşte bu nedenle hayatın başlangıcı çalışmaları deneyler yapılmaya başlanmadan önce 1950'lerde nasıl tıkanıp kaldıysa, evrimci biyoloji de tıkanıp kalmıştır; çünkü araştırma ve deney öncesi hayalgücü sınırsız kullanılmaktadır. Biyokimyanın gelişmesiyle aslında evrim teorisinin kesinlikle açıklayamadığı bir dünya ortaya çıkmıştır, ve bu dünya organizmanın tamamında

menin başlangıcı, bu teori tarafından kesinlikle açıklanamamıştır. Darwin hiçbir zaman hayatın en küçük noktasında bile bulunan eşsiz kusursuzluğu fark edememiştir.

Seneler geçtikçe, *Moleküler Eurim Dergisi* hayatın başlangıcı konusunda farklı soruları da gündeme getirmiştir, örneğin: Miller tarafından bulunmayan aminoasitler nasıl üretildi? İlkel atmosferde metan gazı yerine, ya karbondioksit bulunuyorsa? Modern dünyada bilinen nükleotidlerden başkaları hayatı başlatmış olabilir mi? İşte bu tür sorular JME dergisindeki makalelerde şu gibi başlıklarda incelenmiştir; "CH_4, CO ve $C0_2$ içeren Atmosferde Biyolojik Sentezler"[5], "Hidrojen Siyanürün (pH 6) Sıvı Solüsyonlarının Radyolizi: Kimyasal Evrim Çalışmalarında İlgi Alanları"[9], "RNA Dünyasında Alternatif Esaslar: Urazol ve Ribozidlerin Sentezi"[10] ve "Polimerizasyona Engel Olarak Nükleotid Analoglannın Devinimi".[21] Bunlar bilimadamları için oldukça ciddi sorulardır, fakat onların ilk olarak yapmaları gereken evrime ciddi zorluklar çıkartan kanın pıhtılaşması, hücre alışverişi ve hastalıklarla savaş gibi konuları cevaplamaktır.

EKSİK KÂĞITLAR

Moleküler Eurim Dergisin'de bulunan ikinci gruptaki yazılar, toplamın yüzde beşini oluşturmaktadır ve evrimin matematiksel modelleri ile varolan verilerin matematiksel olarak değerlendirilmelerini içerir. Bu yazıların başlıkları, "Dengelenmemiş Trans-versiyon Modelinin Tüm Lineer Sabitlerinin Derivasyonu"[32] ve "Filojenide Monte Carlo Simülasyonu: "Evrimsel Ölçümlere Değişmezlik Testi Uygulaması" [J3]dır. Bunlar zamanla gelişen oluşumların, bu süreç içinde nasıl değiştiğini anlamak açısından faydalı olsa da, matematik bilimi gerçek dünyadaki evrimin tasadüfler sonucu meydana geldiğini iddia eder; fakat bunu ispatlayamaz.

JME dergisinde yayınlanan yazıların çoğunluğu -daha doğrusu %80 kadarı- aminoasit dizilimlerinin kıyaslanmasından oluşur. Bu dizilim karşılaştırmasında iki proteinin tüm aminoasitleri sıralanarak incelenir, veya bir DNA üzerindeki nükleotidler de aynı biçimde karşılaştırılır. Bunu yaparken aynı veya benzer oldukları yerler tespit edilir.

1950'lerde protein dizilimini incelemek için yeni yöntemler geliştirilirken, bir proteinle diğeri arasındaki dizilimi karşılaştırma imkanı doğdu. Bu sırada gündeme gelen ilk soru, farklı türlerdeki benzer proteinle-

örneğin insan vücudundaki hemoglobin ile attaki hemoglobin gibi, aynı aminoasit dizilimine sahip olmadığıydı. Bulunan cevap çok şaşırtıcıydı: İnsan ve at hemoglobinleri çok benzerdi, fakat aynı değildi. Hemoglobine ait bir protein zincirinde 146 aminoasidin, 126'sı aynıydı, fakat diğerleri farklılık taşıyordu. Bundan sonra maymun, tavuk, kurbağa ve diğerlerinin aminoasit dizilimleri belirlenince; bunları birbirleriyle ve insanınkiyle karşılaştırma fırsatı ele geçti. Maymun hemoglobini ile insanınki arasında 5, tavuklar ile 26, ve kurbağalar ile 46 fark vardır. Bu benzerlikler birçok konuda fikir vermekteydi. Birçok araştırmacı, kesin delillere dayanmadan benzer aminoasit dizilimli türlerin, ortak bir atadan gelmiş olabileceğini iddia ettiler.

Yapılan araştırmalar sonucunda şu veriler ortaya çıktı, önceden birbirine benzer olduğu söylenen türlere ait (insan ve şempanze veya ördek ve tavuk gibi) aynı görevi yapan proteinlerin diziliminin benzerlikler gösterdiği, ve birbirinden uzak türlerin farklılıklar gösterdiği ortaya çıktı. Aslında bazı proteinler için dizilimlerindeki benzerlik rahatlıkla belirlenebilir, çünkü türler arasındaki ilişkiler gözlemlenebilmektedir. Böylece Emile Zuckerkandl ve Linus Pauling bir moleküler saat teorisi ortaya atarak; türler arasındaki benzerliklerin proteinler üzerinde zamanla gerçekleşen mutasyonlar sayesinde olduğunu söylediler. İlk ortaya atıldığından beri, moleküler saat teorisi tartışılmıştır ve bununla ilgili birçok sorun hâlâ İncelenmektedir. Aslında bu teori, hala ispatlanmasa da kendi içinde bazı doğrular içermektedir.

1970'lerin sonlarında, DNA dizilimlerini incelemek için hızlı ve basit metodlar geliştirildi. Bu sayede hem protein dizilimi tespit edilirken, hem de bunların genleri gözlenebiliyordu. Ayrıca, geni çevreleyen DNA ve kontrol ettiği bölgelerle diğer özellikleri de ortaya çıkıyordu. Gelişmiş organizmaların genlerindeki kodlamada (intron denilen) çeşitli aralıklara rastlanıyordu. Bazı genlerde bunların sayısı düzineleri bulurken; diğerlerinde sadece bir iki adet olabiliyordu. Şimdi ise bir biyokimyager rahatlıkla farklı türlere ait genlerde bulunan intronların dizilimini belirleyebilir, böylece intronların toplam sayısı üzerine çalışma yapılırken aynı zamanda bunların gendeki yerleşimi, uzunlukları, baz yapıları ve diğer özellikleri de incelenebilir. Genetik yapıya ait başka yönler de kıyaslanabilir: Genlerin diğer genlere göre konumu, bir tip nükleotidin yanındakine göre bulunma frekansı, kimyasal olarak değişime uğramış nükleotidlerin sayısı vb. Moleküler Evrim Dergisinde yıllar boyunca buna benzer birçok yazı yayınlanmıştır, örnek olarak "Protein Dizilimlerindeki Benzer-

bulin Genlerinin Evrimi, Denizkestanelerinin Nükleotid Dizilimi"[5], "5SrRNA Diziliminden İndirgenen Protozoanın Filojeni"[76] ve "Atlantik Somon Alfa ve Beta Globin Genlerinin Ardarda Dizilimi".[17]

Nesiller arasındaki ilişkileri ortaya koymak açısından faydalı olmasına rağmen, bu dizilimlerin karşılaştırılması, hiçbir şekilde karmaşık bir biyokimyasal sistemin fonksiyonlarını nasıl elde ettiğini açıklayamaz –bu sorun asıl olarak bu kitapta incelenen konudur.[13] Bir benzerlik kurmak açısından aynı şirket tarafından üretilen iki ayrı model bilgisayarlara ait kullanım kılavuzları, birçok aynı kelimelere, cümlelere ve hatta paragraflara sahip olmasına ve ortak bir ataya işaret etmesine rağmen (belki de kullanım kılavuzlarını bir yazar kaleme almıştır), bu kullanım kılavuzlarındaki harflerin dizilimini karşılaştırmak hiçbir zaman bu bilgisayarların bir daktilodan geldiğini göstermeyecektir.

JME'de yayınlanan yazıları toplayabildiğimiz üç genel kategori –hayatın başlangıcı, evrimin matematiksel modelleri, ve dizilim analizi– birçok karmaşık, zor ve derin çalışmayı içermektedir. Peki bu tür değerli ve ilginç çalışmalar, bu kitabın mesajına aykırı değil midir? Kesinlikle hayır. Darwin'in ortaya attığı evrim yaklaşımının doğadaki gelişmeleri açıklayamadığını söylemek, yapılan çalışmaların hiçbir değer taşımadığı anlamına gelmez. Bunlar tabii ki, birçok gözlem içermektedir (mikro-anlamda) ve çoğu kez açıklanmışlardır. Dizilim analizlerindeki gibi, türlerin arasında biyolojik olarak benzerlikler olması normaldir. Fakat başlangıçta sorulan temel soru hâlâ cevaplanmamıştır: Karmaşık sistemlerin ortaya çıkmasına ne neden olmuştur? Şimdiye dek hiç kimse ayrıntılı ve bilimsel anlamda, mutasyon ve doğal seleksiyon nasıl karmaşık sistemleri oluşturduğu konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Aslında, JME'de yayınlanan araştırmalardan veya makalelerden hiçbiri, derginin yayınlandığı süre zarfında; karmaşık biyokimyasal bir sistemi Darwin'in evrimsel yaklaşımlarıyla detaylı bir model üzerinde açıklayamamıştır. Çoğu bilimadammın aminoasit dizilimlerinin nasıl değiştiği veya hayat için gerekli olan kimyasal maddelerin hücreler olmadan nasıl üretildiği konusunda soruları vardır, işte buna benzer sorulara ne var ki JME sayfalarında rastlanmamaktadır: Fotosentetik reaksiyon merkezi nasıl gelişmiştir? Moleküller arasındaki iletişim nasıl başlamıştır? Görme olayında retina nasıl dahil olmuştur? Fosfoprotein sinyalleşme yöntemleri nasıl gelişmiştir? Bu problemlerin hiç birinden bahsedilmemesi bile, hatta hiç çözümlenmeye kalkışılmaması da; Darwinizm'in biyokimyasal

sistemlerin kökenini anlamak ve açıklamak için yetersiz olduğu hakkın da güçlü delliler içermektedir.

Bu kitapta gündeme getirilen soruları cevaplayabilmek için, şu başlıklarla yazılmış araştırmaların bulunması gereklidir, "Bakteriyel Fotosentetik Reaksiyon Merkezine Oniki Adım", "Bir Proto-Cilium, Hücreyi On Derece Döndürecek Şiddette Enerjiyi Nasıl Oluşturur", "Adenozin Biyosentezindeki Aracı Maddeler, RNA Fonksiyonunda Adenozin Kendisini Taklit Eder" ve "Dağınık İplikçiklerden Oluşan Kan Pıhtısı 0.3 Milimetreden Küçük Kılcaldamarlardaki Dolaşımı Durdurur". Fakat bu tür yazılar kesinlikle yer almamaktadır. Bunları andıran yazılara bile rastlanmamıştır.

Belki de JME'de bu konularda hiçbir ayrıntılı model bulunmamasının nedenlerini farklı bir örnekle açıklayabiliriz. Genç ve enerji dolu bir evrimcinin, fare kapanının nasıl evrimleştiği konusunda bir araştırma yapmasını nasıl değerlendiriyorsak; bu konuda hiçbir yazı yazılmamasını da anlayabiliriz. Onun yalnızca bir tahta parçasıyla başladığını varsayalım. Fakat bu, tek başına fareleri yakalayamaz. Veya kısaltılmış bir tutma yeri olan modern bir fare kapanı kullanıldığını varsayalım. Hayır, eğer tutma yeri çok kısa olursa, fareyi yakalamayı başaramayacaktır; böylece kapan hiçbir işe yaramadan ortadan kalkacaktır. Bu sefer, daha küçük bir kapan kullanıldığını düşünelim. Fakat bu da, karmaşık yapıyı kesinlikle açıklayamayacaktır. Her ayrı parçanın kendi kendilerine gelişerek yeteneklerini kazandıklarını varsayın - ahşap platform için Popsicle ağacı, kapanın yayı için bir saat yayı ve bunun gibi diğerleri - ve daha sonra bir kaza sonucu bir araya geldiklerini düşünün. Fakat yine başarısızlıkla sonuçlanır, çünkü eski fonksiyonları bir fare kapanına uygun olmadığı için bu görevi yapmaya uygun değillerdir. Bu yüzden hâlâ fare kapanının nasıl evrimleştiği konusunda bir açıklama yapması gerekir. Yapacağı değerlendirmeler sonucunda ise bunları okuyacak genç ve zeki bilimadamları, daha gerçekçi konulara yönelecektir.

Daha önceki bölümlerde de gördüğümüz gibi eksiltilemez bir karmaşıklığa sahip olan ve kusursuz olarak detaylandırılmış sistemlerin -fare kapanları veya kanın pıhtılaşması- evrimsel bir süreçle açıklanması şimdiye dek hep tutarsızlıklarla sonuçlanmıştır. Hiçbir dergi kendi içinde tutarsız yazıları yayınlamayacağından, moleküler evrimin nasıl gerçekleştiği sorusuna cevap verecek bir çalışma da bulunamamaktadır. Calvin ve Hobbes'in hikayeleri hiçbir önemli detay gözönüne alınmadan yazılmıştır, hatta Russell Doolittle kanın pıhtılaşmasını anlatırken hayal gücünü fazlasıyla kullanmıştır. Fakat bunun gibi zorlama yöntemler de pek fazla

yoktur. Aslında, metabolizma olayları gibi eksiltilemez karmaşıklığa sahip olmayan sistemler için bile evrimsel açıklamalar bulunmamaktadır; literatürde buna ait bir örneğe rastlanmamaktadır.

YUKARIYI VE AŞAĞIYI ARAŞTIRMAK

Biyokimya alanında yapılmış birçok araştırma ve çalışma mevcuttur. JME, yalnızca moleküler evrimle ilgili makaleler yayınlasa da; diğer dergilerde hem bununla ilgili, hem de öteki konularda bazı çalışmalar bulunmaktadır. JME'nin başvurmak için doğru bir kaynak olup olmadığını denemek için, biyokimya başlıklarında birçok makale içeren tanınmış bir yayına bakalım: *Proceedings of National Academy of Sciences* (Ulusal Bilimler Akademisinin Çalışmaları).

1984 ve 1994 yılları arasında, PNAS yirmi bine varan yazı yayınladı; ve bunların çoğunluğu canlılar dünyası ile ilgili konulardı. Her yıl derginin yayınladığı derlemede, o yıla ait yazı başlıkları kategoriler altında sıralanmaktadır. Bu dizinde son on yıl içinde yayınlanan yazılardan 400'ünün moleküler evrimle ilgili olduğu görülmektedir.[19] Bu da aşağı yukarı MED dergisinin aynı dönemde yayınladıklarının üçte biri kadardır. Bu konuda yayınlanan yazıların sayısı her yıl düzenli olarak artmıştır. 1984'te sadece 15 iken, 1994'te 100'e ulaşmıştır; açıkça görüldüğü gibi bu sayıda bir ilerleme vardır. Fakat yazıların çoğunluğu (%85 kadarı) dizilim analizleriyle ilgilidir, ve aynı JME'de olduğu gibi olayların nasıl gerçekleştiği konusunda bir açıklama yapılmamıştır. Moleküler evrimle ilgili yazıların yüzde 10'u matematiksel analizleri içerir –bunlar ya dizilimlerin karşılaştırılmasında bulunan yeni metodlardır veya fazlaca anlaşılmaz modellerdir. PNAS'de yayınlanan hiçbir çalışmada karmaşık biyokimyasal yapıların nasıl oluştuğuna dair detaylı bir yol tarif edilmemektedir. Diğer biyokimyasal çalışmalar incelendiğinde yine aynı sonuca varılmaktadır: dizilim üzerine dizilim, fakat herhangi bir açıklama yine yok.

Evet, eğer dergilerde bir cevap bulamıyorsak, o zaman kitaplara bakmamız gerekir. Darvvin, devrimsel teorisini bir kitapta yayınladığı gibi, Newton da aynı şeyi yapmıştı. Kitapların yazara sağladığı avantajlardan birisi de, düşüncelerini geliştirebileceği yeterince genişlik bulunmasıdır. Yazıda yeni bir fikir ortaya atmak, uygun örnekler ile açıklamalar yapmak, detaylı bir anlatımla tüm aşamaları tarif etmek ve birçok itirazı öngörerek hepsini kaleme almak –bunların tamamı gerçekten fazlaca sayfa tüketebilir. Modern evrim literatürüne iyi bir örnek de, Motoo Kimura

tarafından yazılan (The Neutral Theory of Molecular Evolution) "Tarafsız *Moleküler Evrim Teorisi"dir*[20]. Bu kitapta yer alan açıklamalarda, DNA ve proteinlerin diziliminde gerçekleşen değişimlerin bu moleküllerin davranışlarında farklılığa yol açmadığı belirtilmektedir; çünkü mutasyonlar tarafsız sonuçlar vermektedir. İkinci bir örnek ise, Stuart Kauffman'ın yazdığı (The Origins of Order) "*Düzenin Başlangıcı"* adlı kitaptır. O da, hayatın başlangıcının metabolizma, genetik programlar ve vücuttaki planlamanın; Darvvin'in öne sürdüğü gibi aniden kendi kendine var olamayacağını söylemektedir.[23] Fakat her iki kitap da biyokimyasal yapıları açıklayamamaktadır: Kimura'nın çalışması sadece dizilimlerle ilgilidir ve Kauffman'ınki ise matematiksel analizler içermektedir. Belki de dünyanın kütüphanelerinden birinde, biyokimyasal yapıların nasıl oluştuğunu açıklayan bir kitap vardır.

Ne yazık ki, kütüphanelerdeki kataloglardan yapılan bilgisayar araştırmalarında böyle bir kitaba rastlanmamıştır. Kimura ve Kauffman gibilerin kitapları yeni teorilerle ortaya çıkmasına rağmen, bu dönemde konu hakkında doğru bir kaynağa rastlamamak şaşırtıcı değildir. Çünkü genellikle eski yıllarda yayınlanan yazılara öncelik verilmektedir. Söz konusu dergilerde biyokimyasal yapıların evrimi hakkında bilgi bulunmaması, konu hakkında yazılan bir kitap bulunmamasını da açıklamaktadır.

Biyokimyasal evrimle ilgili konuları bilgisayarda araştırırken, birçok farklı başlıkla karşılaşırsınız. Örneğin; John Gillespie tarafından 1991'de yayınlanan *"Moleküler Evrimin Nedenleri"* (The Causes of Molecular Evolution) kitabı bunların arasındadır. Fakat bu yine de belirli biyokimyasal sistemlerle ilgili değildir. Aynı Kauffman'ınki gibi matematiksel analizler yapıldığında, organizmanın kendine has tüm özellikleri dışarıda bırakılmış olur ve her şey sadece matematiksel sembollerden ibaret teknik açıklamalara dönüşür. Burada doğa saf dışı bırakılmıştır. (Fakat yine de matematiğin çok önemli bir bilimsel araç olduğunu söylemeliyim. Matematiğin bilime faydalı olması için, matematiksel analizlerin doğrulara dayanması gerekir.)

Aynı yıl yayınlanmış başka bir kitap da, (Evolution at Molecular Level) "Moleküler Seviyede Evrim" adlı yayındır.[22] İlk bakışta kitapta kayda değer bir şeyler olduğu düşünülse de; yine de birilerinin yeni fikirler ortaya koyduğu bir yayın değildir. Bu kitap, farklı yazarlara ait makaleleri bir araya getiren akademik bir yayındır ve belirli konuları sadece kısa bir yazı içinde değerlendirmektedir. Sonuçta kitabın içeriği, dergilerin içeriğiyle benzer olur: birçok dizilim, biraz matematik ve olmayan cevaplar.

Yakın tarihte bir kitap da, bilimsel bir toplantıya ait derlemeleri içermektedir. Geçmiş yıllar içinde, Long Island'daki Cold Spring Harbor Laboratuvarları çeşitli konularda bilimsel toplantılar düzenlemiştir. 1987 yılında burada yapılan bir toplantıda, "Katalitik Fonksiyonların Evrimi" konusu tartışıldı ve katılımcılara ait yüz kadar yazı toplanarak bir kitap oluşturuldu[23]. Bu tip toplantıların sonucunda yazılan kitapların çoğunda olduğu gibi, yazıların üçte ikisi bu dönemde bilimadamının laboratuvarında yürüttüğü çalışmaları aktarmaktadır. Tabii bu kitapta da diğerlerinde olduğu gibi hiçbir şekilde ana konuyla bir bağlantı kurulmaya çalışılmamıştır. Yazıların geri kalanları ya dizilim analizlerini içermekte, ya hayatın başlangıcına ait kimyayı tartışmakta; veya basit katalizörleri konu etmektedir (bilinen organizmaların karmaşık mekanizmaları yine İncelenmektedir).

Araştırmalar genişletilse de, sonuçlar yine aynıdır. Karmaşık biyokimyasal sistemlerin evrimini detaylarıyla açıklayan bir yazı, kitap veya seminer bulunmamaktadır.

MEZHEPLEŞTİRME

Birçok bilimadamı Darvvin yanlısı mekanizmaların hayatı açıklayamadığını bilse de; bir kısmı buna hâlâ inanmaktadır. Buraya kadar anlatılanlarda, profesyonel biyokimya literatürüne ait kitaplarda, dergilerde kompleks sistemlerin işleyişini ve varoluşunu açıklayan bir bilgiye rastlanmadığını gördük, peki öyleyse Darvvinizm biyokimyagerler arasında neden bu derece kabul görmüştür? Bunun nedenlerinden birisi, biyokimya dalındaki eğitimleri sürecinde Darvvinizm'in doğru olduğunun kendilerine öğretilmesidir. Darvvinizm'in bir inanç sistemi olarak başarısını, fakat bilim dalı olarak başarısızlığını anlayabilmek için; bilimadamlarına yol gösteren kitapları incelemek gerekir.

Biyokimya alanında yazılan en başarılı kitaplardan birisi de ilk olarak 1970 yılında Albert Lehninger tarafından yazılmıştır. John Hopkins Üniversitesi'nde biyofizik profesörünün bu kitabı geçen seneler içinde çeşitli kereler güncelleştirilmiştir. Kitabının ilk bölümünün, ilk sayfasında Lehninger evrimden bahsetmeye başlar. Tüm hücrelerde bulunan biyomoleküllerin nasıl inanılmaz biçimde birbirleri ve görevleriyle uyumlu olabildiğini sorar:

> On iki kitaptan oluşan biyomoleküllerin başlıca sınıfları ve yapıları hakkındaki bu ilk kitabın birinci bölümünde; biyomoleküllerin iki farklı bakış açısıyla incelenmesi gerektiği görüşünü ortaya koya-

lediğimiz gibi bunlarınkileri de araştırmalıyız; bunu yaparken klasik kimya biliminde kullanılan prensipleri ve yaklaşımları göz önüne almalıyız. Fakat aynı zamanda biyomoleküllerin evrimsel seleksiyonun ürünü olduklarını ve biyolojik fonksiyonlarını en iyi gerçekleştirebilen varlıklar olduğunu unutmamalıyız.[24]

İyi bir öğretmen olan Lehninger, öğrencilerine biyokimya profesörlerinin "bakış açısını" aktarıyordu –yani evrimin biyokimya için çok önemli olduğunu, ve moleküllerin hayatını incelerken göz önüne almaları gereken iki seçenekten biri olduğunu. Fazla araştırma meraklısı olmayan tembel bir öğrenci Lehninger'in anlattıklarının tamamına inanırken; iyi bir gözlemci ise bu anlatılan evrimsel sürecin önemini kavrayabilmek için deliller isteyecektir. Bunun için en iyi başlangıç yeri, her zamanki gibi kitabın dizin kısmıdır.

Öğrencilerin bilgiye kolayca erişebilmeleri için, Lehninger kitabında detaylı bir dizin oluşturdu. Bu dizindeki konular için birden çok yer ayrılmıştır, çünkü her konu farklı açılardan değerlendirilebilmektedir. Örneğin Lehninger'e ait kitabın ilk baskısında ribozomlar için 21 yer ayrılmıştır; fotosentez için 26 yer; bakteri E.coli için 42 yer; ve "protein" referansı altında 70 başlık mevcuttur. Dizinin tamamında 6000'e yakın giriş vardır fakat bunlardan yalnız 2 tanesi "evrim" başlığı altındadır. Bunlardan ilki protein dizilimini açıklayan bölümdedir; fakat önceden de açıklandığı gibi dizilimler hakkında bilgi yalnız moleküller arası ilişkileri göstermekte, fakat karmaşık biyokimyasal yapıların nasıl oluştuğu hakkında bilgi içermemektedir. Lehninger'in evrim hakkındaki ikinci referansı ise hayatın başlangıcının anlatıldığı bölümdedir ve burada deney sonucu ispatlanmamış proteinoidlerden ve diğer konulardan bahseder.

6000'in içinden yalnız iki referans göstererek, Lehninger'in öğrencilerine ifade ettiği evrimin önemi, kendi kitabında yalanlanmaktadır. Bu kitap içinde Lehninger biyokimya kapsamına giren her konuyu incelemiştir. Fakat görüldüğü gibi, evrim bunlarla pek ilgili bir konu olarak incelenmemiştir.

Lehninger, 1982 yılında kitabının ikinci baskısını yaptı; ve bu defa 7000 başlıktan oluşan indeksin yalnız 2 tanesi evrimle ilgiliydi. 1986 yılında, Lehninger'in ölümünden sonra; Wisconsin Üniversitesi'nden Michael Cox ve David Nelson, 1982 yılında kitabı güncelleştirerek tekrar yazdı. Önsözde ise yazarlar daha farklı hedefler ortaya koydular:

"Özellikle evrim, termodinamik, düzen ve yapı ile fonksiyon

sarılar ortaya koymak."[25]

Aslında bu yeni kitabın 8000 referans içeren dizin bölümünde, gerçekten de evrimle ilgili 22 başlık bulunmaktadır ve bu son baskının on katı demektir. Ne zaman biz hayatın başlangıcı konusundaki kimya çalışmalarını ve dizilim karşılaştırmalarını geçersek (Lehninger'in önceki kitaplarında ele aldığı konular), yeni kitapta bu konuların üzerindeki esrar perdesini açmadan hepsine evrim dendiğini görmekteyiz. Örneğin başlıklardan birinde "evrim, sperm balinalarının adaptasyonu" denmektedir. Referans verilen sayfaya döndüğümüzde, sperm balinalarının başlarında, daha soğuk havalarda yoğunluğu artan tonlarca yağ taşıdığını öğreniyoruz. Bu sayede derin sularda dalışa geçerek yüzen balinalar, suyun yoğunluğuna karşı kolaylık sağlayarak daha rahat yüzmektedir. Balinayı tanıttıktan sonra kitapta şöyle der, "İşte burada, sperm balinası örneğinde çarpıcı bir anatomik ve biyokimyasal adaptasyon görüyoruz, yani mükemmel bir evrim."[26] Fakat evrimle ilgili söylenenin hepsi bu tek cümleden ibarettir. Balinaya, "evrim tarafından doğrulanmıştır" damgası vurulmuştur ve sonra herkes işine devam etmiştir. Buna rağmen yazarlar sperm balinasının bu yapıyı nasıl elde ettiği hakkında bir açıklama yapmamışlardır.

Lehninger'in kitabının yeni baskısında evrim hakkındaki ek referanslar üç grupta toplanabilir: dizilim benzerlikleri, hücrelerin atalarıyla ilgili yorumlar, ve evrim hakkında desteksiz ve kapalı bazı özellikler. Ne var ki, temel anlamda bile olsa bu kitapta yine moleküler mekaniklerin nasıl işlediği hakkında bir açıklama yapılmamıştır. Kitabın herhangi bir yerinde, karmaşık bir biyokimyasal sistemin Darwin'e göre nasıl meydana gelebileceğini açıklayan bir yöntem bulunmamaktadır.

Bir önceki nesile belli başlı üniversitelerde okutulan otuz ayrı biyokimya ders kitabının incelenmesi sonucunda (Tablo 8-1'de özetlenmiştir), bunların aslında evrim hakkında hiçbir açıklama yapamadıkları görülmüştür. Örneğin, Philedelphia'daki Jefferson Üniversitesinden Thomas Devlin'in yazdığı biyokimya ders kitabı, 1982 yılında ilk olarak John VViley & Sons şirketi tarafından basılmıştır; sonraki baskılar ise 1986 ve 1992 yıllarında gerçekleşmiştir. İlk baskının indeksinde 2500 başlık vardır; ikinci baskıda da bu sayı aynıdır; ve üçüncü baskıda 5000 başlık bulunmaktadır. Bunların tamamının içinde evrime referans veren başlıkların sayısı sıfır, sıfır evet sıfırdır. Oxford University Press tarafından basılan North Caroline Devlet Üniversitesi için Frank Armstrong'un

BİYOKİMYA KONULU KİTAPLARIN İNDEKSLERİNDE BULUNAN "EVRİM" MADDESİYLE İLGİLİ TABLO

Yazar	Yıl	Yayınevi	Indeks'e Toplam Giriş Sayısı	Evrim'le İlgili Giriş
Lehninger	1970	Worth	6,000	2
Lehninger	1982	Worth	7,000	2
Lehninger et al.	1993	Worth	8,000	22
Devlin	1982	John Wiley &Sons	3,500	0
Devlin	1986	John Wiley & Sons	2,500	0
Devlin	1992	Wiley-Liss	5,000	0
Stryer	1975	Freeman	3,000	0
Stryer	1981	Freeman	4,000	0
Stryer	1988	Freeman	4,000	14
Stryer	1995	Freeman	4,000	9
Voet & Voet	1990	John Wiley & Sons	9,000	12
Voet & Voet	1995	John VViley & Sons	10.000	13
Mathews & van Holde	1990	Benjamin Cummings	6,000	9
Horton et al.	1993	Frentice Hail	4,500	11
Moran et al.	1994	Prentice Hail	9,000	12
Zubay	1983	Addison Wesley	5,000	1
Zubay	1988	Macmillan	5,000	3
Zuday	1993	Wm. C. Brown	6,000	19
Zubay et al.	1995	Wm. C. Brown	7,000	2
Armstrong & Bennett	1979	Oxford University	2,500	0
Armstrong	1983	Oxford University	3,000	0
Armstrong	1989	Oxford University	4,000	0
Scheve	1984	Allyn and Bacon	3,000	0
Abeles et al.	1992	Jones and Bartlett	4.500	0
Garrett & Grisham	1995	Harcourt Brace	6,000	5
Wood et al.	1981	Benjamin Cummings	4,000	1
Conn & Stumpf	1976	John VVilley & Sons	2,500	0
Conn et al.	1987	John VVilley & Sons	2,500	1
Kuchel & Ralston	1988	McGraw-Hill	3,500	0
Gilbert	1992	McGraw-Hill	1,000	0

yazdığı kitap da biyokimyadaki tarihi gelişmeleri anlatan en yeni kitaptır; kitabın başlangıcı 1828 yılında Friedrich Wöhler'in yaptığı üre sentezini ele almaktadır. Fakat bu bölümde evrim veya Darvvin'den bahsedilmemektedir. Armstrong'un bu kitabının üç ayrı baskısında da, evrimden bahsetme gereği görülmemiştir. John Wiley & Sons şirketinin yayınladığı bir başka ders kitabında ise 2.500 referans içeren indekste sadece bir kez evrime atıfta bulunulmuştur. Kitabın dördüncü sayfasına işaret eden cümlede: "Organizmalar jeolojik bir zaman sürecinde evrim-

leşerek değişen koşullara uyum sağlamıştır ve böyle yapmaya devam et-mektedirler."[27] denmiştir. Bundan başka bir şey yoktur.

Bazı ders kitaplarında ise öğrencilere, evrimci bir dünya görüşü aşılanmaya çalışılmaktadır. Örneğin, Voet ve Voet'in yazdığı bir kitapta, çeşitli renkleri bir araya getiren büyük resimler yer almaktadır.[28] Bu çizimlerin birinde resmin üst kısmında bir volkan, şimşek ve okyanus ile biraz güneş ışığı yer almakta; böylece hayatın nasıl başlamış olabileceğine işaret edilmiştir. Resmin orta tarafında ise, bir DNA molekülü okyanustan çıkarak bakteri hücresine dönüşmektedir, bu da canlılığın başlangıcını göstermektedir. Resmin alt kısmında ise -şaka yapmıyorum- Cennet'ten bir bahçe çizilmiş ve evrimle oluştuğu iddia edilen birçok hayvan çizilmiştir. Kalabalığın ortasında duran bir adam ve kadın (kadın, erkeğe bir elma uzatmaktadır) çıplak olarak tüm gösterişleriyle durmaktadırlar. Bu resim elbette öğrenciler için ilgi çekicidir. Fakat evrimin sırlarının çözüleceği iddiası bu kitapların hiçbirinde sonuçlandırılmamıştır.[29]

Çoğu öğrenci okuduğu ders kitaplarından, dünyaya evrimci bir gözle bakmayı öğrenmektedir. Fakat yine de, kitaplarında tarif edilen ayrıntılı ve kusursuz biyokimyasal sistemlerin, Darvvinci bir evrim anlayışıyla nasıl açıklanacağını öğrenmemektedirler.

NEREDEN BİLİYORSUNUZ?

Bir şeyi bildiğimizi nereden biliyoruz -bunu derin bir felsefe sorusu anlayışıyla değil, basit ve gündelik bir yaklaşımla cevaplandırın. Herhangi bir günde evinizin salonunun yeşile boyandığını, Philadelphia Eagles takımının kupayı kazanacağını, dünyanın güneşin etrafında döndüğünü, demokrasinin en iyi devlet idare sistemi olduğunu, San Jose'nin adresini söyleyebilirsiniz. Bu iddialardan her biri, farklı öğrenme süreçlerinin ürünüdür. Bunlar nelerdir?

Bir konuyu en iyi öğrenme yolu tabii ki, kişisel olarak bunu tecrübe etmektir. Kendi evinizin salonunun duvar renginin yeşil olduğundan emin olursunuz; çünkü salonun içinde bulunmuş ve yeşil olduğunu görmüşsünüzdür. (Burada sizin hayal gördüğünüz, aklınızı yitirdiğiniz veya buna benzer seçenekler üzerinde durmayacağım.) Aynı şekilde bir kuşun da neye benzediğini bilirsiniz, yerçekiminin nasıl etki ettiğini (yine günlük hayatta olduğu gibi) ve en yakın alışveriş merkezine gitmeyi de; bunların tamamı sizin kişisel tecrübelerinizin sonucudur.

İkinci bir öğrenme yolu da, otoritedir. Bu durumda belli bir bilgi kay-

nağını esas alır ve onun güvenilir olduğuna inanırsınız; fakat sizin konu hakkında şahsi bir deneyiminiz yoktur. Örneklerden de anlaşıldığı gibi; okula giden herkes dünyanın güneşin etrafında döndüğüne inanır fakat belki de bu hareketin nasıl gerçekleştiği konusunda bir fikirleri yoktur. Bir bilgi kaynağına, daha doğrusu otoriteye güveniyorsanız; örneğin size San Jose'ye nasıl gidildiğini sorduklarında, cevabını bildiğinizi söyleyerek haritayı çıkarır ve yerini gösterirsiniz. Hatta haritanın doğruluğunu ve güvenilirliğini ispatlamak için San Jose'ye kendiniz gidersiniz; ama bunu yapana dek yine otoriteye güveniyorsunuzdur. Çoğu insan demokrasi rejimiyle yönetilen bir ülkede yaşamamalarına rağmen, bunun en iyi devlet idare biçimi olduğuna inanırlar. Ders kitaplarının ve politikacıların sözlerine inanarak, diğer toplumlardaki sözlü ve görsel tanımlara güvenirler. Aslında diğer toplumlar da aynı şeyi yapar ve demokrasinin tüm savunucuları sadece otoriteye güvenir.

Peki Eagles futbol takımı örneğine dönersek, onlar ne olacak? Tüm yıl boyunca her maçı kazanacaklarını nereden bileceksiniz? Size sorulduğunda, spordan sorumlu yetkililerin bu takımın kazanacağına dair bir yorum yapmadıklarını itiraf edersiniz; demek ki otoriteye güvenmiyorsunuz. Ayrıca dedikodular sonucu kulağınıza gelen bir bilgiye göre bu takımın bazı oyuncuları, performanslarını arttıracağını vaat eden bir Zen liderleri tarafından eğitilmektedir. Fakat yine de geçmişteki başarısızlıklarını bu bilgiye dayandırmıyorsunuz. Hatta geçmiş senelerdeki başarılarının da (1948, 1949 ve 1960 yıllarındaki şampiyonlukları ve 1981'deki Süper Kupa), bu seneki başarıları için örnek teşkil edeceğini söyleyeceksiniz. Kısaca, Eagles takımının bu sene kazanacağından emin olmadığınız halde; sözün gelişi böyle dediğinizi ifade edeceksiniz. Demek ki iddialarınız ne tecrübeye, ne de otoriteye dayanmaktadır. Hepsi bir palavradır.

Bilimadamları da bizim gibi insanlar olduğu için, onlara da bildiklerini nasıl öğrendiklerini sorabiliriz. Aynen diğer insanlar gibi bilimadamları da bildiklerini ya kendi tecrübeleriyle, ya da otoritelere güvenerek öğrenirler. VVatson ve Crick, 1950'lerde yaptıkları çalışmalarda DNA iplikçikleri üzerine yansıtılan X ışınlarının, kırılarak biçimlendiğini gördüler. Matematiksel becerilerini kullanarak, DNA'nın aslında çift sarmaldan oluştuğunu ortaya çıkardılar. Bu deneyi kendileri tamamladıklarından, tecrübeleriyle öğrenmişlerdi. Ben de bilimsel çalışmalarım sonucunda DNA'nın çift sarmaldan oluştuğunu öğrendim, fakat kendi tecrübelerime değil otoriteye güvenmekteyim. Bilim alanında çalışan herkesin, bilimsel öğretiler için bir otoriteye güvenmesi gerekir. Eğer bu uzmanlardan birine ko-

lesterolün yapısını veya hemoglobinin görevleri ile vitaminlerin oynadıkları rolleri nasıl öğrendiğini sorarsanız; laboratuvarda* kendi yaptıklarından daha çok size okuduğu bilimsel kayıtları referans gösterecektir.

Bilim alanındaki otorite sayılan kaynakların avantajı; kolaylıkla, kütüphanelerden bulunabilmesidir. Watson ve Crick'in çalışmalarını ise *Nature* dergisinden takip edebilirsiniz. Kolesterolün yapısı ve diğerleri hakkındaki bilgiler de, bu dergide bulunmaktadır. Böylece, eğer DNA ve kolesterolün yapısı hakkında bilimsel yayınlarda açıklamalar bulunuyorsa; rahatlıkla bu soruların cevaplarını bildiğimizi söyleyebiliriz. Fakat James Watson veya Başkanlık Bilim Komisyonu bir açıklama yaparak DNA'nın aslında peynirden oluştuğunu iddia ederse, ve bu da bilimsel literatürde destekleyici delillerle yayınlanmamışsa; bu durumda DNA'nın peynirden oluştuğunu öne süren inancın, bilimsel otoritelere dayanmadığını belirtebiliriz. Bilimsel otorite yayınlanmış eserlere dayanır, kişisel iddialar önem taşımamaktadır. Dahası, yayınlanmış bu kitaplarda güvenilir delillerin de sunulmuş olması gerekir. Eğer Watson DNA'nın bileşimi ile ilgili öne sürdüğü iddiasını bir kağıda yazarak bırakırsa; yine bu iddiayı destekleyecek delillere ve bilimsel otoriteye ulaşamayız.

Moleküler evrim de, bilimsel otoriteye dayanmamaktadır. Söz konusu bilimsel literatürde -tanınmış dergiler, uzmanlık gerektiren yayınlar, veya kitaplar- gerçek, karmaşık ve eksiksiz biyokimyasal sistemlerin mo leküler anlamda nasıl evrimleştiğini anlatan bir yayın bulunmamaktadır. Bu evrimleşmenin olduğunu söyleyen ifadeler bulunmaktadır, fakat bu iddiaların hiçbiri hesaplamalar veya delillerle desteklenmemiştir. Moleküler evrimin olduğuna dair kimsenin tecrübeye dayanan bilgisi olmadığından, ve bu iddiaları dayandıracak bir otorite de bulunmadığından; -Eagle takımının bu yıl şampiyon olacağı iddiası gibi- Darvvin'in moleküler evrim teorisinin açıkça palavra olduğu söylenebilir.

"Yayınla, ya da unut" atasözü, akademisyenler arasında ciddi anlamlar taşımaktadır. Eğer toplumun geri kalan kısmının değerlendirmesi için çalışmalarınızı yayınlamazsanız, akademik çevrelerde yeriniz yoktur (hatta sizi pek kimse tanımıyorsa, hemen uzaklaştırılırsınız). Bu atasözü, teoriler için de uygulanabilir. Bir teori herhangi bir olayı açıklamak üzere ortaya bazı iddialar atıyor, fakat bunları açıklamaya bile kalkışmıyorsa bu durumda yasaklanmalıdır. Moleküler evrim, dizilimler ve matematiksel modellemelerin dışında, karmaşık yapıların nasıl oluştuğuna dair bir açıklama getirmemektedir. Öyleyse, Darwin'in moleküler evrim teorisi yayınlanmadığına göre; unutulmalıdır.

BÖLÜM 9

AKILLI DİZAYN

NELER OLUYOR?

Darwin'in teorisinin, hayatın moleküler temellerinin açıklanması yönündeki yetersizliği, bu kitaptaki analizlerden de anlaşıldığı gibi; aynı zamanda karmaşık biyokimyasal sistemlerin nasıl meydana geldiğini anlatan profesyonel bilimsel yayınların bulunmayışından da anlaşılmaktadır. Bu konudaki yaklaşımlarım 8.Bölüm'de açıklanmıştır. Modern biyokimyanın, hücrenin içindeki inanılmaz karmaşıklığı açığa çıkarmasıyla; bilim çevreleri gerçekten felce uğramıştır. Hücre içindeki iplikçikleri, görmeyi, kanın pıhtılaşmasını veya herhangi bir biyokimyasal sistemi Darwinci üslupla açıklayabilen bir kişi bile - Harvard Üniversitesi'nden, Ulusal Sağlık Enstitüleri'nden, Ulusal Bilimler Akademisi'nden, Nobel Ödülü sahiplerinden hiç kimse- bulunmamaktadır. Fakat biz buradayız. Bitkiler ve hayvanlar da burada. Tüm karmaşık sistemler burada duruyor. Bu varlıkların hepsi bir biçimde oluştular: eğer Darwinci bir yaklaşımla olmadıysa, bu nasıl oldu?

Eğer bir varlık çeşitli aşamalar geçirerek bir araya getirilmediyse, bu durumda bir anda varolmuş olması gerekir. Ve yine eğer bağımsız parçaları bu sisteme teker teker eklemek sürekli bir fayda sağlamayacaksa, o zaman tüm parçaların tamamıyla aynı anda birleştirilmesi gerekir. Son yıllarda, karmaşık sistemlerin oluşumu ile ilgili iki ayrı sistem önerilmektedir. Şimdi burada bu önerileri inceleyelim ve daha sonra üçüncü bir alternatife bakalım.

Aşamalı evrimleşme teorisine birinci alternatif, Lynn Margulis tarafından ileri sürülmüştür. Darwin'in rekabet ve kavgaya dayalı yaklaşımının yerine, işbirliği ve ortak yaşam ile gelişim sağlandığını söylemektedir. Ona göre organizmalar birbirlerine yardımcı olurlar, güçlerini birleştirirler ve tek başlarına başaramayacaklarını ortaklaşa başarırlar.

Margulis, Üniversitede öğrenciyken, hücre yapısı içinde cevabını bulamadığı soruları bu teorisiyle açıklamaya çalıştı. Önceleri alay edilip reddedilse de, Margulis zamanla fikirlerine birçok destekçi buldu –daha sonra bu teorisi onaylandı ve Ulusal Bilimler Akademisi üyeliğine seçildi– ve hücrenin parçalarının bir zamanlar bağımsız yaşayan organizmalar olduğunu söyleyerek destek buldu.

Hayvansal hücreler, karmaşık makinalardan oluşan ayrı mekanizmalara sahiptirler. Hücrenin en büyük bölümlerinden birisi ise onyedinci yüzyıldaki basit mikroskoplarla bile gözlemlenebilen, çekirdektir. Daha küçük olan bölümler ise ondokuz ve yirminci yüzyıllarda, daha gelişmiş mikroskopların yardımı ile incelenebilmiştir. En küçük bölümlerden birisi de, mitokondridir.

Belki de en küçük parçaların çoğunu, mitokondrilerin oluşturduğunu söyleyebiliriz. Tipik bir hücrede aşağı yukarı iki bin mitokondri bulunur ve hücrenin yüzde yirmisini kaplar. Bu bölümcüklerin içindeki mekanizma yiyeceklerdeki enerjiyi alarak kimyasal bir ortamda saklar ve daha sonra kullanılabilir şekle sokar. Bu görevi yerine getiren sistem gerçekten çok karmaşıktır. Mekanizmalara çalışmaları için güç veren bir tür asit akışıdır ve böylece elektronlar hareketlenerek diğer bölümler arasındaki hassas ve narin ilişkiyi sağlarlar.

Hücredeki mitokondri, bazı bakteri hücreleri ile aynı boyut ve biçimdedir. Lynn Margulis'in ilginç önerisine göre eski dünyaya ait büyük bir hücre, bir bakteri hücresini "yuttu" fakat sindirmedi. Onun yerine bu iki hücre –biri diğerinin içinde yaşayan iki hücre– bu duruma uyum sağladı. Küçük hücre, büyük olandan gerekli besinleri temin ederek, ürettiği kimyasal enerjiyi de büyük olana iletti. Büyük hücre ürerken, küçük olan da üredi ve bunların ardından gelenler de aynı sistemi yaşattılar. Zaman içinde bu ortak yaşamı sürdüren hücre kendine has bazı özellikleri yitirerek daha çok büyük hücre için enerji temin etme görevini sürdürdü. Daha sonra da, yavaş yavaş mitokondriyi oluşturdu.

Margulis'in bu önerisi karşısında atılan kahkahalar ve alaylı yorumlar yeni dizilim tekniklerinin gündeme gelmesiyle azaldı. Çünkü mitokondrideki proteinleri, bakteri hücresindekilerle benzerlikler taşıdığı ortaya çıkmıştı. Zamanla bakteri hücresi ve mitokondri arasındaki diğer benzerlikler de fark edildi. Bunun yanısıra, mitokondrinin ortak yaşamla ortaya çıktığını savunanlar, benzer organizmalardaki ortak yaşama dikkat çekerek teorilerine destek aramaya çalıştılar. Örneğin, toprağın içinde yaşayan bir tür solucanın ağzı yoktur, çünkü yemek yeme ihtiyacı yok-

gösterilerek günümüze gelindi. Margulis'in mitokondri teorisi şimdi ders kitaplarında sanki kesin bir konu gibi işlenmektedir.

Son yirmi yıl içinde, Margulis ve diğer bilimadamları hücre içindeki bölümlerin ortak yaşamla açıklandığını iddia ettiler. Fakat bu öneriler şimdi pek dikkate alınmamaktadır. Sadece bu konuyu tartışmaya açmak için, Margulis'in önerilerinin tarih sürecinde gerçekleştiğini varsayalım. Fakat biz biyokimyagerlere düşen, biyokimyasal sistemlerdeki karmaşık ve kusursuz yapının ortak yaşamla açıklanıp açıklanmayacağını sormaktır.

Tabii ki, açıklayamayacaktır. Ortak yaşamın esasında iki ayrı yapıdaki hücrenin veya sistemin bir araya gelmesi bulunmaktadır; bunlar ayrıyken de zaten fonksiyonlarını yerine getirmektedirler. Mitokondri senaryosunda ise, önceden varolan bir hücre bir diğeriyle ortak yaşama başlamıştır. Ne Margulis, ne de başka bir bilimadamı, var olan hücrelerin nasıl ortaya çıktığını detaylı olarak açıklamıştır. Mitokondrinin ortak yaşam teorisinin savunucuları, büyük hücrenin içine giren diğer hücrenin besinlerden enerji elde edebileceğini açıkça söylemektedirler; hatta diğerini içine alan büyük hücrenin de ortak yaşam için uygun ortamı hazırladığını varsaymaktadırlar.

Ortak yaşam, önceden tüm fonksiyonlarıyla yaşayan karmaşık sistemlerden oluştuğu için; bu kitapta bahsettiğimiz temel biyokimyasal sistemler için örnek olamazlar. Yeryüzünde hayatın gelişimini ve detaylarını öğrenmek açısından ortak yaşam teorisi önem taşımaktadır, fakat karmaşık sistemlerin başlangıcını açıklayamaz.

Darvvin'in evrim sürecine alternatif gösterilen ikinci bir yaklaşım da, "karmaşıklık teorisi"dir, ve Stuart Kauffman tarafından ileri sürülmüştür. Bu teori özetle, birçok küçük parçaya sahip organizmaların aniden kendilerini düzenli bir hayata soktuklarını söylemektedir. Bazen bu karmaşık sistemlerin kullanabileceği çeşitli düzenler olabilir ve sistemin içindeki "itici güçler" de onların birinden diğerine geçmelerini sağlar. Kauffman, eski dünyaya ait kimyasal çorba olarak nitelendirilen karışımın, zamanla karmaşık metabolizma faaliyetlerine dönüştüğünü iddia etmektedir. Ayrıca, hücre tipleri arasındaki çeşitliliğin de (gelişen bir organizma döllenmiş yumurta halindeyken, bu tek hücreden karaciğer hücreleri, deri hücreleri, vb. oluşur) bu kompleks sistemin rahatsızlıkları sonucu olduğunu öne sürer ve organizmaların kendi kendilerini yönlendirebildiklerini söyler.

Yukarıdaki açıklamalar size pek gerçekçi gelmeyebilir. Belki bu zihin

karışıklığının bir kısmı belirli tanımlarındaki yetersizlikten kaynaklanıyor olabilir. Fakat şunu açıklamak yerinde olacaktır ki; karmaşıklık teorisinin başlangıcında bilgisayar sistemlerini geliştirmek için oluşturulan matematiksel önermeler yatar ve bu nedenle teorinin savunucuları bunu gerçek hayata uyarlamakta zorluk çekmiştir. Bu nedenle bilgisayar programlarına bağlı kalınarak yapılan açıklamalarda, teorinin önde gelen isimleri bilgisayarın işlevlerini biyolojik sistemlere benzetmektedir. Kauffman, bilgisayar programlarındaki bazı değişiklikleri (buna hücre mutasyonları der) şöyle anlatır:

> "Çoğu mutasyon, sistemin doğasından dolayı (değişime karşı koyar) küçük değişimlerle sonuçlanır. Fakat bazı mutasyonlar ise büyük çaplı değişimlere sebep olur. İstikrarlı sistemler bu nedenle zamanla değişen koşullara uyum sağlar ve bu nedenle aniden değişime uğrayabilirler. Bu özelliklere organizmalarda rastlanmaktadır."[J]

Daha doğrusu, bilgisayar programındaki küçük değişimler alınan sonuçta büyük çaplı değişimlere yol açabilir (bilgisayar ekranında görünen noktacıkların oluşturduğu desen gibi), aynı bunun gibi DNA üzerindeki küçük bir değişiklik, birbiriyle ilişkilendirilmiş birçok biyolojik değişime yol açar. Fakat bu iddialar bundan öteye gidememektedir. Karmaşıklık teorisini destekleyen hiç kimse laboratuvarda çeşitli kimyasalları karıştırıp bir test tübüne yerleştirmemiş, ya da metabolizma işlevlerinin kendilerinden ortaya çıkıp çıkmadığını denememiştir. Zaten bu tür bir deneyi yapmaya kalkışsalar bile, kendilerinden önce hezimete uğramış, hayatın başlangıcı konusunda araştırmalar yapan bilimadamlarının yaşadıkları başlarına gelecektir. Bunlar kompleks karışımların, test tübünün kenarlarında kötü kokulu atıklardan başka bir şey oluşturmadığını tecrübe etmişlerdir.

Kauffman'ın yazdığı kitapta derinlemesine inceleyerek öne sürdüklerinden diğerleri de, karmaşıklık teorisinin yalnız hayatın başlangıcını ve metabolizmayı değil; aynı zamanda vücut şekillerini, ekolojik ilişkileri, psikolojiyi, kültür farklılıklarını, ve ekonomiyi bile açıkladığıdır. Bu teorinin belirsizlikleri, önceleri teoriyi savunanların zamanla fikirlerinden vazgeçmelerine neden olmuştur. *Scientific American* dergisi, seneler boyunca teori hakkında Kauffman'ın kendisinin de kaleme aldığı birçok makale yayınlamıştır. Fakat Haziran, 1995 tarihli sayısının kapağında; "Karmaşıklık Teorisi Sahte mi?" diye sormaktadır. Ve bu sayının içinde yer alan, "Karmaşadan Şaşkınlığa" adlı yazıda aşağıdaki noktalara dikkat çekilmektedir:

Yapay hayat, karmaşıklık teorisi kapsamında yaratılan alt ça-
lışmalardan biridir, bir bakış açısına göre bu "gerçek-olmayan bilimdir. Fakat bilgisayar grafikleriyle çalışmalar hayranlık vermektedir.

Aslında teorinin yanında yer alanlar yazdıkları kısa bilgisayar programlarıyla. ekranda biyolojik varlıklara benzeyen görüntüler sergileyebilmektedir. Deniztarağı da görüntülenen canlılardan birisidir. Burada kastedilen anlam, deniztarağını bilgisayarda yaratmanın zor olmayacağıdır. Fakat biyologların ve hatta biyokimyagerlerin öğrenmek istediği, bilgisayarda bulunan bu deniztarağı açıldığında acaba içinden bir inci çıkacak mıdır? Eğer görüntü yeterince büyütülürse, tüm canlıların var olmaları için gerekli olan iplikçikler, ribozomlar ve mitokondri ile hücre için taşıma sistemleri ve diğer sistemlerin tamamı gözlemlenebilecek mi? Aslında bu sorunun sorulması bile cevabının verilmesi için yeterlidir. Kauffman'ın gözlemlerine göre, "Yapay hayat bazen öyle bir noktaya gelir ki; gerçek hayattan bahsederken birdenbire kendinizi bilgisayar oyunlarından, sanattan veya oyuncaklardan bahsediyor gibi hissedersiniz." Şimdilerde ise, çoğu insan bu ayrımın farkına daha erken varıyor.

Fakat sadece tartışmanın hakkını verebilmek için, karmaşıklık teorisinin doğru olduğunu varsayalım - yani kompleks sistemlerin kendiliğinden bir şekilde organize olduğunu, veya hayatın başlangıcı ile bağlantıları bulunduğunu. Doğru dayanaklara oturduğunu varsaysak, karmaşıklık teorisi gerçekten bu kitapta bahsedilen karmaşık biyokimyasal sistemleri açıklayabiliyor mu? Açıklayabildiğim sanmıyorum. Teorinin öne sürdüğü gibi kimyasalların birleşerek organizmaları oluşturduğuna dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır, hücrenin oluşumunu ise hiç açıklayamamaktadır. Hücrenin hayatı bir düzene dayanmaktadır. Hücre, kimyasal maddelerin hangi miktarda ve nitelikte üretilmesi gerektiğini kontrol eder; kontrolü kaybettiğinde ise, ölür. Kontrol altında tutulan bu ortamda kimyasal maddelerin kendiliğinden, bir düzen olmadan tepkimelere girmesi olası değildir; Kauffman'ın öne sürdükleri bu aşamada geçersizdir. Kendi varlığını sürdürebilen bir hücre, ihtiyaç duyduğu kimyasal maddeleri elinde tutacağından; yeni metabolizma patikalarının tesadüfler sonucu ortaya çıkmasına izin vermez.

Şimdi ise, hücrenin içindeki genlerin farklı hücre tiplerine göre faaliyet göstermelerinin, Stuart Kauffman'ın teorisiyle açıklandığını varsayalım. (Farklı genlerin çalışmasıyla, farklı hücre tipleri oluşur. Örneğin, hemoglobini -hücrelere oksijen taşıyan protein molekülü- oluşturan gen-

ğerlerinde göstermez.). Karmaşıklık teorisinin bunu gerçekleşebileceğine dair herhangi bir kanıt bulunmamasına rağmen, bir alyuvarı sinir hücresinden ayırt edecek sistemin teoriyle başarılabileceğini varsayalım. Yine de bu, biyokimyasal sistemlerin başlangıcını açıklayabiliyor mu? Hayır. Ortak yaşam teorisinde olduğu gibi, bu sistemlerin işleyebilmesi için kusursuzca var olan ve tüm fonksiyonlarını yerine getirebilen sistemlerin bulunması gereklidir. Yani bir hücrede bulunan genlerin yalnız faaliyet gösterecek olanları çalışır, hemoglobin için varolan kodlama çalıştığında hücre bir alyuvara dönüşür; bir başka gen grubu aktif olduğunda ise sinir hücresine dönüşebilir. Fakat hiçbir ökaryotik hücre, var olan genleri sayesinde aniden bakteriyel kırbaca dönüşemez; çünkü hücredeki proteinler bu iş için faaliyet göstermez. Bir hücrede sözkonusu kırbaçsı yapının oluşabilmesinin tek yolu; DNA şifresinde bu yapının kodlanmış olmasıdır. Aslında Kauffman da, karmaşıklık teorisinin böyle yeni ve karmaşık yapıları üretmediğini bildiği için, böyle bir iddiada bulunmamaktadır.

Karmaşıklık teorisi matematik bilimine katkıda bulunabilir ve biyokimya dalında da tavsiyeleri olabilir. Fakat ne var ki, hayatın ardında bulunan biyokimyasal sistemleri açıklayamamaktadır. Hatta bunu deneyemez bile.

DİZAYNIN TESPİTİ

Bir odanın içinde dümdüz uzanmış bir vücudun yerde yattığını düşünelim. Çevresinde dönüp dolaşan bir düzine kadar dedektif, ellerindeki büyüteçlerle zemini inceleyip suçluyu tespit etmeye çalışmaktadır. Odanın tam ortasında, vücudun yanında gri bir fil durmaktadır. Dedektifler yerde dolaşırken bu iri hayvanın bacaklarına çarpmamaya dikkat ederler, ve ona bir kez bile bakmazlar. Zaman geçtikçe bir şey bulamayan dedektifler giderek düş kırıklığına uğrarlar ve yere doğru daha çok yaklaşmaya başlarlar. Gördüğünüz gibi ders kitaplarında, dedektiflerin "suçlu adamı bulmaları" söylenmektedir, bu yüzden file dikkat etmezler bile.

Hayatın gelişimini harcayan bir oda dolusu bilimadamının arasında bir fil durmakta. Bu filin üzerinde ise, "akıllı dizayn" (intelligent design) yazıyor. Yaptığı araştırmaları ve çalışmaları akılsız sebepler üzerine yapılandırmak zorunluluğu hissetmeyenler için, en açık sonuç biyokimyasal sistemlerin bir dizaynın eseri olduğudur. Bunlar doğanın kanunları tara-

lından tesadüfler sonucu veya bir ihtiyaçtan dolayı tasarlanmamıştır; aslında bunlar önceden *planlanmıştır.* Tasarımı yapan ise sistemlerin en son halinin nasıl olacağını en iyi şekilde bilmektedir; bu nedenle sistemlerin oluşacağı her adım da planlanmıştır. Yeryüzündeki hayat da en basit örneğinden en kritik parçalarına kadar, bu akıllı dizaynın sonucudur.

Akıllı dizaynın sonucu aslında tüm gerçekliğini kendi içinde barındırmaktadır – bu herhangi bir kitaptan veya bilgiden kaynaklanmamaktadır. Biyokimyasal sistemlerin akıllı bir tasarımcının eseri olduğunu anlamak için, mantık veya bilim gerekmemektedir. Son kırk yıl içinde biyokimya dalında yapılan çalışmalar zaten bu gerçeği görmeye yeterlidir ve ortaya konanlar da günlük hayatımızda rastladığımız unsurlardır. Yine de biyokimyasal sistemlerin tasarlanmış olduğu ve bir dizayn eseri olduğunu söylemek çoğu okuyucuya şaşırtıcı gelebilir, bu nedenle konuyu daha çok anlaşılır hale getirelim.

"Dizayn" nedir? Dizayn kısaca, parçaların bir amaca yönelik bir araya getirilmesidir. Böyle geniş bir tanımla, her şeyin dizayn edilmiş olduğunu söyleyebiliriz. Pırıl pırıl bir sabah vakti işinize doğru arabanızla gittiğinizi düşünün ve yol kenarında yanan bir araba görürsünüz – aracın ön kısmı arkaya doğru göçmüş ve cam kırıkları her yana saçılmış. Yanan aracın biraz ötesinde ise yerde yatan bir vücut görürsünüz. Frenlere aniden basarak yolun kenarında durursunuz. Yerde yatan kişiye doğru koşarsınız ve bileklerine sarılarak nabzını yoklarsınız. Daha sonra yakındaki bir ağacın ardında duran kameralı bir genci fark edersiniz. Ona ambulans çağırması için seslenmenize rağmen, kameraya çekmeye devam eder. Yerde yatan vücuda geri döndüğünüzde ise, size gülerek baktığını fark edersiniz. Aslında yaralanmamıştır ve genç aktörün, sosyal alanda çalışma yaptığını, ve araç kullanıcılarının yaralılara karşı ilgisini belirlemeye çalıştığını öğrenirsiniz. Ayağa kalkıp yüzündeki sahte kan izlerini silen şarlatana bakakalırsınız. Ona yardımcı olursunuz ve kameramanın ambulansı çağırmasıyla, uzaklaşırsınız.

Görünen kaza, tasarlanmıştı; yani senaryoyu oluşturmak için parçalar bir düzene göre bir araya getirilmişti. Bundan daha az görünür olaylar da tasarlanmış olabilir: Restorandaki askıda duran paltolar siz gelmeden önce düzenlenmiş olabilir. Yolun kenarında sıralanmış çöp tenekeleri ve konserve kutuları, belki de ilginç bir görüntü oluşturmaya çalışan bir sanatçı tarafından oraya yerleştirilmiştir. Açıkça görülmektedir ki, insanlarca tesadüf olarak nitelendirilen olaylar aslında büyük bir dizayn eseridir (komplo teorilerine inananlar bunu ortaya çıkarmaya çalışırlar).

Benim üniversitemin kampüsünde öyle heykeller bulunmaktadır ki, yol kenarındaki metal parçalarının tesadüf sonucu bir araya geldiğini düşünebilirsiniz; fakat bunlar da tasarlanmıştır.

Bu sonuç – her şeyin bir amaca yönelik düzenlendiği – dizayn edilmemiş bir şeyi bilemeyeceğimiz anlamına gelir. Burada karşımıza çıkan bilimsel problem ise, dizaynı nasıl belirleyebileceğimizdir. Görgü şahitleri olmadan veya ilk elden bilgi kaynaklarına sormadan, dizaynın delillerine nasıl ulaşabiliriz? Doğru işleyen fiziksel sistemlerde –üretimi için aşamalı bir yol izlenmemişse – bir dizi parça birleşerek tek başlarına yaptıklarından çok daha farklı bir fonksiyon gerçekleştiriyorsa, burada dizayn vardır. Fonksiyonu meydana getiren parçaların özellikleri ne kadar fazlaysa, dizaynı görebileceğimiz deliller de o derece çok olur.

Çeşitli sistemlerde bu örnekler rahatlıkla gözlenebilir. Bir pazar günü akşamüstü, siz ve eşinizin başka bir İkiliyi, Scrabble oyunu için davet ettiğinizi düşünün. Oyun bittiğinde ara vermek amacıyla odayı terk ediyorsunuz. Geriye döndüğünüzde Scrabble harflerini kutusunun içinde bulmayı umut ediyorsunuz, ve karışık durduklarını görüyorsunuz. Yüzleri size dönük olan harflerin "BİZİ AKŞAM YEMEĞE GÖTÜR" yazdığını görüyorsunuz. İşte o an bir dizaynın varlığını hissediyorsunuz, bu harfleri rüzgarın, depremin veya evdeki köpeğinizin düzenleyebileceği aklınıza bile gelmiyor. Dizaynın varlığından eminsiniz, çünkü her ayrı parça (harfler), belirli bir amaca yönelik (mesaj) bir düzen içinde birleşmişler; ve parçalar tek başlarına bunu asla başaramazlar. Ayrıca, verilen mesaj da çok açıktır; birkaç harfin yerinin değiştirilmesi, mesajın anlamını yitirmesine neden olacaktır. Aynı nedenden dolayı, mesajın aşamalardan geçmediği açıktır: bir tek harfin bir anlamı yoktur, birkaç harf de mesajı ifade edemez, vb.

Kampüsümdeki heykellerdeki dizaynı fark edemeyişime rağmen, diğer sanat eserlerinde dizaynı görmek mümkündür. Örneğin, bahçıvanlar öğrenci merkezinin yakınındaki çiçekleri üniversitenin adını yazacak şekilde düzenlerler. Siz onları çalışırken görmediğiniz halde, çiçeklerin belli bir amaca yönelik tasarlandığını hemen fark edersiniz. Bu yüzden ağaçlıkların arasında yazılmış bir "LEHIGH" kelimesi gördüğünüzde, bunun akıllı bir tasarımın eseri olduğu konusunda şüphe etmezdiniz.

Tasarım daha çok mekanik objelerde göze çarpar. Bir yedek parça deposunda yürüdüğünüzde parçalanmış sürgüler, vidalar, plastik ve cam parçaları görebilirsiniz – bir çoğu etrafa saçılmış, bir kısmı üst üste yığılmış ve bazıları da uç uca eklenmiş durumdadır. Gözünüzün özellikle sı-

kıştırılarak bir araya getirilmiş bir yığına takıldığını varsayın, siz bu yığının içinden ucu dışarıya doğru uzanmış bir çubuğu çektiğinizde, tüm yığın onunla birlikte hareket eder. Çubuğu yığının bir tarafına ittiğinizde ise, çubuk yana kayarak beraberinde bir zinciri de hareket ettirir. Buna karşılık zincir hızla bir dişliyi çeker, bu da diğer üç dişliyi döndürür ve en sonunda, hepsi bir çubuğu yavaşça döndürerek çalıştırmaya başlar. Bu olanların, bir araya yığılmış parçaların rastlantısı olmadığı ve özel olarak tasarlandığı sonucuna hemen varırsınız (yani bunlar akıllı bir kimse tarafından bu şekilde bir araya getirilmiştir) çünkü sistemin parçalarının belirli bir amaca yönelik bir araya getirildiğini görürsün.

Tamamıyla doğal parçalardan yapılan sistemler de tasarımın varlığını ispatlayabilir. Örneğin, bir arkadaşınızla ormanda yürüdüğünüzü düşünün. Derken birden bire yanınızdaki arkadaşınız ağacın dalına bağlı bir sarmaşık tarafından tek ayağından tutulup havaya doğru çekilir ve orada asılı kalır. Dalı kesip, arkadaşınızı oradan kurtardıktan sonra tuzağı tekrar kurmaya karar verirsiniz. Sarmaşığın, ağaç dalının etrafına sarıldığını ve ucundan sıkıca yere doğru uzatıldığını görürsün. Ucu çatallı bir dal tarafından da toprağa güvenli bir şekilde tutturulmuştur. Dal ise yaprakların arasına saklanmış başka bir sarmaşığa bağlanmıştır ve böylelikle tetik yerine geçen sarmaşık hareket ettirildiği zaman, ucu çatallı sopayı aşağıya çekecek ve yay olarak kullanılan sarmaşığı serbest bırakacaktır. Sarmaşığın ucunda ise, herhangi bir şeyi yakalayıp yukarıya çekmek için büyük bir ilmek oluşturulmuştur. Bu tuzak tamamıyla doğal malzemeden oluşmuş olsa bile, yine de hemen bunun akıllı bir tasarımın ürünü olduğu sonucuna varırdınız.

Çelikten bir çubuk gibi çok basit, yapay bir objede ise; tasarımın oluşturulmasındaki şartlar çok önemlidir. Eğer çelik çubuğu, çelik tesisinin dışında görseydiniz, bunun bir tasarım olduğu sonucuna varırdınız. Ancak varsayalım ki, şu ana kadar keşfedilmemiş çorak, yabancı bir gezegene gidiyorsunuz. Eğer burada bir yanardağ çevresinde düzinelerce silindir şeklindeki çelik çubuğun dizili durduğunu görseydiniz; bunların bu yabancı gezegene ait jeolojik bir işlem tarafından üretilmediğinden emin olmadan evvel daha fazla bilgiye ihtiyacınız olurdu. Buna karşılık bu yanardağın çevresinde düzinelerce fare tuzağı bulmuş olsaydınız, endişeli gözlerle etrafa bakar ve tasarımcının izlerini arardınız.

Yapay olmayan bir objede (örneğin ormanda sopalar ve sarmaşıklarla düzenlenmiş bir tuzak) veya birkaç yapay maddeden oluşmuş olan bir sistemde; tasarımın var olduğu sonucuna varmak için, *sistemin belirli*

bir fonksiyona sahip olması gerekmektedir. Fakat kişi bu fonksiyonu tanımlarken çok dikkatli olmalıdır. Gelişmiş bir bilgisayar, kâğıtların uçmasını engellemek amacıyla kullanılabilir; peki bu onun işlevi midir? Kompleks bir araba ise, bir dereye baraj yapmak amacıyla kullanılabilir; fakat göz önüne almamız gereken işlevi bu mudur? Hayır. Tasarımı değerlendirirken, esas almamız gereken fonksiyon, *sistemin kompleks yapısında en çok ön plana çıkan* olmalıdır. Ancak bundan sonra parçaların sistemi ne kadar iyi tanımladığının eleştirisini yapabiliriz.[4]

Bir sistemin fonksiyonu, sistemin iç mantığından yola çıkarak belirlenir: fonksiyon, tam olarak tasarımcının o sisteme uygulamak istediği amaçla aynı olmayabilir. Fare kapanını hayatında ilk defa gören kişi, bunun imalatçısı tarafından fare yakalamak amacıyla oluşturulduğunu bilmeyebilir. Bu yüzden onu hırsızlara karşı bir korunma olarak veya deprem uyarı sistemi olarak kullanabilir (eğer titreşimler tuzağı bozarsa). Fakat buna rağmen parçaların birbiriyle birleşiminden sistemin tasarlanmış olduğunu anlar. Buna benzer olarak, bir çim biçme makinasını fan veya motor olarak kullanabilir. Fakat aletin işlevi – bir bıçağı döndürme – ancak iç mantığıyla değerlendirilerek tanımlanabilir.

ORADA KİM VAR?

Tasarım sonucuna varmak için ille de, tasarımcı rolünü üstlenecek bir adaya gerek duyulmaz. Bir sistemin tasarlandığını, onun kendisini inceleyerek anlayabiliriz; ve tasarım hakkındaki kanaatimiz, tasarımcının kimliği hakkındaki kanaatimizden daha güçlü olur. Yukarıdaki örneklerin bazısında, tasarımcının kimliği açık değildir. Hurda deposundaki veya sarmaşık tuzağındaki tertibatın kimin tarafından veya hangi amaçla yapıldığını bilemeyiz. Buna rağmen, bütün bunların tasarlanmış olduğunu, çünkü birbirinden bağımsız parçaların belirli bir amaca yönelik olarak bir düzen içinde bir araya getirildiğini anlarız.

Tasarımcı çok uzakta olsa bile, tasarımın sonucu hakkında güvenilir bir bilgiye varabiliriz. Kayıp bir şehri arayan arkeologlar, toprağın altında derinliklere gömülmüş ve üzerinde deve, kedi ve ejderha resimleri olan kare taşlara rastlayabilir. Ve tüm buldukları sadece bunlar olsa bile, taşların tasarlandığı sonucuna varırlar. Fakat bundan daha da öteye gidebiliriz. *2001: Uzay'da Odyssey* filmini gördüğümde sadece 15 yaşındaydım. Doğruyu söylemek gerekirse filmden hiçbir şey anlamadım. Film, birbirlerine sopalarla saldıran ve kavga eden maymunlarla başla-

mıştı, daha sonra konu, konuşan bir bilgisayarla donatılmış uzay mekiğine geçti ve bu kez yaşlı bir adamın içkisini döküp, doğmamış bir bebeğin uzaydaki yolculuğuyla son buldu. Eminim çok derin anlamlar içeriyordu fakat biz bilimsel tipler sanatsal yapıtları çarçabuk anlayamayız.

Fakat yine de benim bile kolayca anladığım tek bir sahne vardı. İlk uzay uçuşu ayın üzerinde son bulmuştu ve bir astronot çevreyi incelemek üzere dışarı çıkıyordu. Dolambaçlı keşif sırasında, pürüzsüz şekilde oyulmuş ve uzaya doğru uzanan dikili bir taş ile karşılaştı. Ben, astronot ve diğer seyirciler; hiç bir açıklamaya gerek kalmadan taşın önceden tasarlandığını anında anladık – akıllı bir kişinin önceden aya gidip o taşı oluşturduğunu. Daha sonra filmde, bize Jüpiter'de yaratıkların yaşadığı gösterildi, fakat bunu dikili taşlara bakarak anlayamazdık. Yalnız objenin kendisine bakarak, onun uzay yaratıkları, melekler veya geçmiş zamanlardan uzay yolculuğu yapabilen insanların (Ruslar veya kayıp Atlantis şehrinin insanları) yapabileceğini tahmin ederdik. Hatta daha önce buraya gelen astronotlardan bir de diğeri görmeden onu yerleştirmiş olabilirdi. Eğer filmin konusu, bu tahminlerden herhangi birinin çerçevesinde gelişmiş olsaydı, seyirci dikili taşın görünümüyle filmin konusu hakkında hiçbir çelişkiye rastlamayacaktı. Fakat film, taşın dizayn edilmediğini iddia etmeye çalışsaydı, herhalde film bitince seyircinin itirazları sürerdi.

Bir şeyin gerçekte tasarlanmış olduğu sonucuna, tasarlayanın kim olduğu bilgisinden bağımsız olarak da varabiliriz. Prosedür gereği, tasarımcı hakkında bilgi edinmeden önce tasarımın iyice kavranması gerekir. Tasarımın sonuçları, tasarımcı hakkında bilgi sahibi olunmasa da; dünyada olabilecek en açık şekliyle anlaşılabilir.

KENARDA

Herkes Rushmore dağının önceden tasarlandığını söyleyebilir – fakat, Siyam kralının da söylediği gibi, bu da geçicidir. Zaman geçtikçe, yağmur yağdıkça ve rüzgar estikçe; Rushmore dağının görünümü değişecektir. ikinci bin yılın sonuna yaklaşırken, insanlar dağın yanından geçtiklerinde sadece kayalardaki silik izleri görebilirler. Bir insan, aşınmış da olsa Rushmore dağının dizayn edildiği izlenimine varabilir mi? Bu değişir. Bir şeyin tasarlandığı sonucuna varmak için düzenli biçimde bir araya getirilmiş parçaların, belirli bir amaç doğrultusunda bir araya getirilmiş olması gerekmektedir. Bu sonucun kesinliğini belirlemek hiç de kolay değildir. Eğer bu aşınmış dağ üzerinde sadece kulağa, burna, alt

dudağa veya çeneye benzer ve herbiri değişik başkalarınıkine ait olan şekiller görseler; Rushmore dağı, gelecekteki arkeolog için zorluklar çıkarabilir. Bu parçalar birbiriyle uyumlu olmadıklarından, sadece değişik bir kaya oluşumu da olabilirler.

Ayın yüzeyinde, insan suratına benzer bir görüntü oluşur. Karanlık bölgelerin oluşturduğu benzerlikle, bunların gözler ve ağız şekilleri olduğu düşünebilir. Bu belki de uzaylılar tarafından tasarlanmıştır; fakat bütüne ait parçaların sayısı ve özellikleri, gerçekten tasarlandığını söyleyebilmek için yeterli değildir. İtalya özellikle bir bot şeklinde dizayn edilmiş olabilir, ama olmayabilir de. Elimizde bu sonuca ulaşmak için yeterli kanıt yok. Enquirer dergisi bir defasında Mars'ın üzerinde bir insan suratı olduğu kanısını destekleyen bir yazı dizisi yayınlamıştı, fakat benzerlik çok azdı. Böyle durumlarda, bunun da diğerleri gibi tasarlanmış olabileceğini söyleriz, ama kesin bir yargıya varamayız.

Bir sistemi oluşturan parçaların sayısı ve kalitesi arttıkça, onun tasarlandığı sonucuna daha rahat varırız. Bir kaç sene önce Tennessee'de oturan yaşlı bir kadının buzdolabının üzerinde Elvis'e benzeyen bir küf oluştuğu haberi vardı. Fakat yine de benzerlik çok az sayılırdı. Farzedelim ki, gerçekten benzerlik çok fazla olsun. Görüntünün sadece siyah küften meydana gelmediğini düşünün. Aynı zamanda kırmızı renkte oluşan *Serratia marcescens* bakterisinin de kırmızı rengiyle bulunduğunu varsayalım. Parlak beyaz renkte koloniler halindeki *Saccharomyces cereuisiae,* yeşil *Pseudomonas aeruginosa,* eflatun *Chromobacterium violaceum* ve sarı renkte olan *Staphylococcus aureus* olduğunu varsayalım. Farzedelim ki, yeşil mikro organizmalar Elvis'in pantolonunu, eflatun bakteriler de tişörtünü oluştursun. Ve kırmızı ile beyaz renkteki bakteriler de, yüzdeki taze rengi oluştursun.

Aslında, buzdolabının üzerindeki küf ve bakterilerden oluşan görüntünün, dükkanlarda satılan Elvis posterlerinin tıpa tıp aynısı olduğunu düşünelim. Peki şimdi bu şeklin dizayn edildiği sonucuna varabilir miyiz? Evet varabiliriz. Hatta posterlerin dizayn edildiğinden ne kadar eminsek, aynı rahatlıkla buzdolabındaki bu şeklin de dizayn edildiğinden o derece emin olabiliriz.

Eğer aydaki adamın da; sakalı, kulakları, gözlükleri ve kaşları olsaydı bunun tasarlandığı sonucuna varabilirdik. Eğer İtalya'da düğme delikleri, ayakkabı bağcıkları olsaydı ve Sicilya renkli çizgi ve bir logo ile futbol topunu andırsaydı, onların da dizayn edildiğini düşünebilirdik. Bir sistemin bir araya gelişindeki parçaların sayısı ve kalitesi arttıkça, tasarım

Böyle şeyleri nitelendirmek zordur. Fakat bakterilerin oluşturduğu Elvis resmi gibi ayrıntılı sistemlerin dizayn edildiği sonucuna kolaylıkla varırız.

BİYOKİMYASAL TASARIM

Elvis posterlerinde, fare kapanlarında ve Scrabble mesajlarında tasarımı görmek kolaydır. Fakat biyokimyasal sistemler cansız varlıklar değildir; canlı organizmaların bir parçasıdırlar. Acaba canlı biyokimyasal sistemler, akıllıca dizayn edilebilir mi? Hayatın cansız varlıkları oluşturan maddeden daha farklı bir yapıya sahip olduğu yakın zaman önce anlaşıldı. Freidrich VVöhler ise bu fikri çürüttü. Daha sonraları uzun bir süre, yaşamın karmaşıklığı, onu anlamaya ve işletmeye yönelik tüm çabaları hezimete uğratmıştır. Fakat son yıllarda biyokimya dalında öyle gelişmeler olmuştur ki, canlı organizmalardaki bazı temel değişimler bile, bilim adamları tarafından tarif edilmiştir. Şimdi birkaç biyokimyasal tasarım örneğini inceleyelim.

Kan pıhtılaşma sistemi bozulduğunda, yolunu şaşıran bir pıhtı kalbe giden damarları tıkayarak, kişinin hayatını tehlikeye atabilir. Yapılan son tedavilerde, pıhtıyı açmak için hastaya doğal yollardan oluşmuş protein enjekte edilir. Fakat doğal proteinlerin bazı olumsuz yanları olduğu için, yeni araştırmalar yapılarak, laboratuvarlarda daha iyi *proteinler üretilmeye* çalışılıyor.[6] Genel olarak strateji Şekil 9.1'deki gibidir. Kan pıhtılaşma sisteminin proteinlerinin çoğu, ana proteinden bir parça koparan faktörler tarafından hareketlendiriliyor. Kesilen parça yalnızca kendi çalıştırıcısı tarafından hedeflenir. Plazminojen – plazminin habercisi, kan pıhtılarını kıran protein – pıhtılaşma tamamlandıktan ve iyileştirildikten sonra, çok yavaşça kesilmiş bir hedefi kapsar. Bir kalp krizine müdahale için, dolaşımı engelleyen kan pıhtısı etrafında acilen plazmine ihtiyaç vardır.

Plazmini anında ve doğru yerde işe yarar kılabilmek için plazminojenin genleri araştırmacılar tarafından ayrılmış ve değiştirilmiştir. Plazminojende, proteinin aktif hale gelmesini sağlayan parçanın ayrılması için kodlama yapan genin yerine, başkası yerleştirilmiştir. Onun yerine kanın pıhtılaşmasında rol oynayan başka bir parça yerleştirilmiştir (PTA diye adlandırılan plazma tromboplastin önceli) ve trombin buna hemen bağlanarak, ayırmaktadır. Buradaki fikir şudur: trombini ayırabilecek parçayı taşır hale getirilen plazminojen bir tasarım eseridir ve pıhtının oluştuğu anda civarda trombin olduğu için hemen aktif hale gelecektir.

ŞEKİL 9-1

(1) PLAZMİNOJEN İÇİ OLAN GEN AYRILIR. (ŞEKİLDE GÖSTERİLENLER DNA DEĞİL. AMİNO-ASİTLERLE KODLANANLARDIR.)

(2) PROTEİN ALANIYLA KODLANAN VE HAREKET HALİNDE YAVAŞÇA KESİLEN GEN BÖLGESİ ÇIKARILMIŞTIR.

(3) PROTEİN ALANIYLA KODLANAN VE TROMBİN TARAFINDAN HIZLA KESİLEN BİR BAŞKA GEN BÖLGESİ. PLAZMİNOJEN GENİ İÇİNE YERLEŞTİRİLİR.

(4) HÂLÂ YARATILMIŞ BİR MELEZ GEN BULUNMAKTADIR VE BİR HÜCREYE YERLEŞTİRİLDİĞİNDE TROMBİN TARAFINDAN HIZLA HAREKETLENDİRİLEN BİR PLAZMİNOJEN ÜRETİR.

1) - DCGKPQVEPKKC PGRVVGGCVAHPHSWPWQ

2) - DCGKPQVEPKKC - - VGGCVAHPSWPWQ

-TTKIKPRI-

3) - DCGKPQVEPKKC - - VGGCVAHPSWPWQ

4) - DCGKPQVEPKKCTTKIKPRIVGGCVAHPSWPWQ

Yeni protein, akıllı bir planın ürünüdür. Kan pıhtılaşmasının nasıl gerçekleştiğini bilen bir yetkili, masasının başına oturmuş; ve trombin tarafından bölünebilen seri hareket özelliklerine sahip proteinleri ve pıhtıyı çözücü özellikleri olan plazmini bir araya getirerek, yeni bir faaliyet oluşturmaları için bir taslak hazırlamıştır. Tasarımcı, çalışmasının sonucunu önceden biliyor olmalıydı ki; bu hedefi elde edebilmek için ustaca çalıştı. Plan hazırlandıktan sonra ise tasarımcı (veya öğrencisi) laboratuvara girmiş ve planı tamamlamak için doğru aşamaları izlemiştir. Sonuçta, daha önce hiç kimsenin görmediği bir protein ortaya çıkmıştır –bu protein tasarımcının planını yürütecektir. Görüldüğü gibi, biyokimyasal sistemler gerçekten bir tasarım içerirler.

Biyokimyasal sistemlerin akılcı bir tasarımın eseri olduğu fikri, son zamanlarda çok yaygınlaştı. Şeker hastalarına zor temin edilebilen insan insülinini sağlayabilmek için, araştırmacılar on sene önce insan insülinine ait genleri belirledi. Bu geni, bakteri hücresinde yaşayabilen bir DNA'ya yerleştirdiler ve değişikliğe uğratılan bakteriyi geliştirdiler. Görüldü ki, bakterinin içindeki hücre mekanizmaları insan insülini üretmeye başladı ve bu şekilde hastaların tedavisi mümkün oldu. Don gibi zor hava koşullarına ve böceklere karşı dayanıklı bitkilerin tasarımı da günü-

müzde rastlanan örneklerdendir; hatta inekler üzerinde yapılan çalışmalarda, inek sütünde yararlı proteinlerin miktarı arttırılmaya çalışılıyor. (Bu çalışmalar sırasında inek embriyosuna dışarıdan genler enjekte edilir, bunu yapan kişilere bir nevi "farmastik çiftçi" deniyor.

Yukarıda tarif edilen sistemler, biyokimyasal tasarımın örnekleri olmalarına rağmen, doğanın zaten varolan parçalarını değiştirmekten başka hiçbir şey yapılmadığı her halükârda görülebilir. Kesinlikle, en baştan yeni bir sistem yaratılmış değildir. Bu doğru, ama uzun süre doğru olarak kalmayacak. Bugün bilimadamları, proteinlerin özel hareketlerinin gizemli sonuçlarını açığa çıkarmak için yoğun bir şekilde çalışıyorlar. Şu ana kadar izlenen gelişmeler yavaş ve durağan. Farklı amaçlar doğrultusunda yeni proteinlerin oluşturulması da mümkün olabilir. Daha da ilginci, organik kimyagerler tarafından hayati aktiviteleri taklit etmesi amacıyla yeni kimyasal sistemler geliştiriliyor. Popüler medyada bunun üzerinde "sentetik hayat" olarak duruldu. Bu, magazin satışları için planlanmış kaba bir abartı olmasına rağmen, yapılan araştırmalar göstermektedir ki; akıllı bir tasarımcı biyokimyasal sistemlerde ortaya çıkan biyokimyasal maddeleri kullanmadan, benzer nitelikte sistemler oluşturabilir.

Son yıllarda bazı bilimadamları, mutasyon ve seleksiyon prensiplerini kullanarak yeni biyokimyasallar yapmaya başlamışlardır. Buradaki fikir açıktır:[7] kimyasal anlamda çok sayıda değişik DNA ve RNA zincirleri üret, daha sonra tasarımcının istediği özellikleri taşıyan kısmını karıştırarak yeni bir madde oluştur. Bu, DNA ve RNA parçalarının karışımını kapsayan vitamin veya proteinin bağlandığı bir solüsyona katı parçacıkları karıştırıp, sonra da solüsyonu akıtarak olur. Vitamini veya proteini saran DNA ve RNA parçacıkları katı karışıma batmış olarak kalır. Karışımda kalamayanlar ise atılmış olur. Doğru ve istenilen parçaları ayırdıktan sonra onların kopyalarını yapmak için enzimler kullanılır. Bu alandaki öncülerden olan Gerald Joyce, bu yöntemi seçici üremeye benzetiyor: "Eğer biri daha kızıl bir gül, veya daha yumuşak tüylü bir İran türü isterse; aranılan damızlıklarda istenilen özelliklerin en iyi nitelikte bulunmasına dikkat eder. Şayet belirli kimyasal özellikler gösteren bir molekül isterse, o zaman özelliği en çok belli edeni diğer moleküllerin arasından seçer."[5] Selektif damızlık yönteminde olduğu gibi, bu metod da yeni nitelikler ortaya çıkarabilir ama bunun yanısıra, bazı sınırlamaları da vardır. Basit biyokimyasal faaliyetler üretilebilir ama bu kitapta değinmiş olduğumuz karmaşık sistemler üretilemez.

Bu teknik, birçok yönden 7. Bölümde üzerinde durulmuş olan anti-

korların klonal ayrımı gibidir. Doğrusu diğer bilimadamları, hemen hemen bütün moleküllere karşı bağışıklık sisteminin antikor üretme avantajını da kullanıyorlar. Bilimadamları, dikkatlerini çeken bir molekülü bir hayvana enjekte ediyor ve ona karşı bağışıklık sisteminin oluşturduğu antikorları ayırıyorlar. Sonra bu moleküller, bilimsel ya da ticari belirteç olarak yeni bir molekülü tespit etmek için kullanılabilir. Bazı durumlarda ise basit enzimler gibi davranan antikorlar üretilebilir.[9] Bütün bu yaklaşımlar -DNA/RNA veya antikorlar- gelecek yıllarda bir endüstriyel ve tıbbi başvuru kaynağı olacağa benziyor.

Biyokimyasal sistemlerin akıllı bir tasarımın göstergesi olduğu tüm bilimadamlarınca aslında kabul edilmektedir; hatta Richard Dawkins bile bunu onaylamaktadır. Dawkins'in yeni kitabında kuramsal olarak ortaya atılan bir senaryoya göre, tanınmış bilimadamlarından birisi kaçırılarak askeri idareyle yönetilen bir ülkenin kötü emelleri için biyokimyasal silahlar yapmaya zorlanır.[10] Bilimadamı, bir grip virüsünün içindeki DNA şifresini değiştirmekle işine başlar; fakat bu virüsün kendisine bulaşmasıyla hastalanır ve diğer insanların arasında hapşurmaya başlar. Daha sonra ise sabırla virüsün tüm dünyaya bulaşmasını bekler ve bu sırada diğer bilimadamlarının virüsü bularak etkisiz hale getireceğinden emindir. Böylece DNA dizilimi belirlenerek şifresinin çözüleceğini umud eder. Davvkins, biyokimyasal sistemlerin dizayn edildiği konusunda diğerleriyle hemfikir olmasına rağmen; dizayn hakkında bilgisi olmayanların bunu fark etmesi kolay olmayabilir. Bu durumda yapılması gereken, biyokimyasal sistemlerin bir tasarım eseri olduğuna dair delilleri toplama ve ortaya koymaktır.

Ayrıca doğanın kanunlarını da gözönünde bulundurmak zorundayız. Doğa kanunları maddeyi organize edebilir. Örneğin; su akışı, nehrin bir kısmını kapamaya yetecek kadar toprağı yığdığında, nehrin yönünü değiştirmeye zorlar. Buna benzer gelişmeleri ise diğer doğa olaylarında ve biyolojik sistemlerde de görebiliriz. Fakat tüm gözlemlerimiz, bunların mutasyonların eseri olamayacağını ortaya koyar. Mutasyon veya seleksiyon, eksiltilemez karmaşıklığı açıklayabilecek doğrudan veya dolaylı bir açıklama getiremez. Aynı zamanda AMP moleküllerinin oluşmasında aşamalı bir evrim yaşandığını iddia etmek, kimya biliminin buluşlarına da ters düşmektedir. Ortak yaşam ve karmaşıklık teorisi gibi evrime alternatif olarak gösterilen teoriler de akıllı açıklamalar getiremezler. Bu nedenle ortaya atılan bu teoriler hiçbir şekilde biyokimyasal sistemlerin tekniğini açıklayamaz. Eğer doğa kanunları biyolojik sistemleri açıklaya-

mıyorsa, o zaman insanların yaptığı sistemler için de bir yol gösteremez. Darvvin'in öne sürdüğü evrim teorisinin eksiltilemez karmaşıklığın mükemmelliğine mantıksal bir çözüm önermesi mümkün değildir. Sözkonusu yapılar daha karmaşık oldukça ve bağımsız fonksiyonları arttıkça; evrimin çıkmazı da artmaktadır.

Her şeye rağmen eğer böyle bir yöntem varsa bile kimsenin elinde bunun nasıl çalıştığına dair bir ipucu yok. Dahası bu, insan deneyimlerine ters düşer; doğal bir yöntemin bilgisayarları açıklayabileceğini varsaymak gibi. Sonuç olarak bulunan hiçbir yöntem, zihinsel telepatinin ya da Loch Ness canavarının olmadığı kadar bilimsel bir sonuç gibi görünmüyor. Biyokimyasal plan için elimizde büyük bir delil bulunuyor ve bu delili görmezden gelmek ve sadece bir "hayal" diyerek dikkate almamak, bir dedektifin kocaman bir fili görmemesi gibidir.

Yolumuza çıkan bu başlıca soruları cevaplandırdıktan sonra, 3. ve 6. Bölümler boyunca anlatılan biyokimyasal sistemlerin, akıllı bir tasarımcı tarafından yapıldığı sonucuna varabiliriz. Bu sonuçlara gönül rahatlığıyla güvenebiliriz, çünkü fare kapanı, Elvis posteri veya Rushmore Dağı ne kadar tasarlanmışsa, biyokimyasal sistemler de buna benzer bir dizayn eseridir. Hücrelerin hareketini sağlayan iplikçikler veya hücre içi transfer yeteneğinin tasarımından emin olmamız, diğer her şeyin tasarımından emin olmamızla eşdeğerdir. Bağımsız parçaların yeteneklerinin bir araya gelmesiyle oluşan tanımlı bir fonksiyon bu tasarımla ortaya çıkar.

Hareket kabiliyeti kazandıran hücre iplikçikleri aslında motorize bir kürek sistemi gibi çalışır. Bu fonksiyonun gerçekleşebilmesi için motor proteinlerin, mikro kanalların ve bağların kusursuz bir biçimde organize edilmiş olması gerekir. Bunlar birbirlerini yakından tanımalı ve karşılıklı etkileşerek çalışmalıdırlar. Herhangi bir parça eksik olduğunda bu sistemin işlemesi mümkün değildir. Ayrıca, yukarıda sayılanların yanısıra daha başka faktörler de hücrenin yaşayabilmesi için destek verir: iplikçiklerin doğru yerde sıralanmaları gereklidir, doğru yöne hareket etmeli ve gerektiğinde hareketlerini durdurmalıdırlar.

Kanın pıhtılaşması sisteminin fonksiyonları ise güçlü, fakat aynı zamanda geçici bir etki yaratır. Sistemin parçaları bu detayları koruyacak şekilde düzenlenmiştir. Fibrinojen, plazminojen, trombin, protein C, Christmas faktörü ve diğerleri tek başlarına bir anlam ifade edemezken, bir aradayken olağanüstü bir görevi başarırlar. K vitamini eksik olduğunda veya antihemofili faktörü bulunmadığında; eksik parçası olan bir makina nasıl çalışmazsa, bu sistem de çökecektir. Her detay birbiriyle uyum

içindedir, doğru noktalarda kesişirler ve düzenli biçimde sıralanırlar. Oluşturdukları üstün yapı, belirli bir hedefe yönelik hareket etmelerini sağlar.

Hücre içindeki taşıma sistemi ise malzemelerin bir yerden diğerine taşınmasını sağlar. Bunun için paketler işaretlenmeli, ve varılacak yer iyi hesaplanarak; buna uygun bir plan çizilmelidir. Hücrenin bir yerinden diğerine gidilmesini sağlayacak mekanizmaların her zaman hazır bulunması gerekir. Sistemin çökmesi veya aksaması demek, önemli malzemelerin yerine ulaştırılamaması anlamına gelir. Kapatılmış bir alanda bulunan enzimler ise diğer bölgelere böylece hasar verebilirler.

Burada aktardığım diğer biyokimyasal sistemlerin fonksiyonları da tanımlanabilir ve her parça adlandırılabilir. Gerçekleşen fonksiyonlar, hassas parçaların birbirleriyle ilişkilerinden oluştuğu için; aynı fare kapanında olduğu gibi, bunların da tasarlandığı sonucuna varırırız.

Şu an dünyanın farklı yerlerindeki kütüphanelerde yürütülen biyokimyasal tasarım faaliyetleri – yeni bir plazminojenin oluşturulması, sütünde büyüme hormonu olan bir ineğin yetiştirilmesi veya insan insülini salgılayan bakteriler – kanın pıhtılaşmasında da gözlemlenmektedir. Üniversite öğrencilerinin genleri farklı birleşimlere sokmaları ve ortaya çıkan sonuçları görmeleri, ancak tasarımla gerçekleşebilir.

AYRIMLARI YAPABİLMEK

Sadece bazı biyokimyasal sistemlerin tasarlanarak yaratılmış olduğu sonucuna varmak, tüm alt hücresel sistemlerin de açıkça tasarlandığı anlamına gelir. Daha ötesi, bazı sistemler tasarlanmışlardır ama, bu planın varlığını ispatlamak zor olabilir. Elvis' in gitarı izlenimciliğe dayanan bir bulanıklık içindeyken, yüzü açık ve anlaşılır olabilir. İplikçiklerdeki yaratılışı keşfetmek belki kolay bir lokmadır, ama başka bir sistemdeki tasarım belki ayırdetmesi güç, ya da keşfedilemezdir. Hücrenin içindeki sistemlerden bazılarının tasarımı açıklıkla ortaya koyduğu, fakat diğerlerinin dikkatle incelendiğinde ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Herhangi bir şeyin tasarlanmış olabileceğini aklımızın bir köşesinde saklayalım ve bu dizaynı görebilmenin zor olduğu birkaç sisteme göz atalım.

Hayatın temelinde hücre vardır, hücre içindeki biyokimyasal işlemler ise çevrenin etkilerinden ve koşullarından ayrı tutulmuştur. Hücreyi kapsül içine alan yapıya hücre zarı denir. Hücre zarı, biyokimyasal olarak çoğunlukla evde çamaşır ve bulaşıklarımızı yıkadığımız deterjanla aynı moleküllerden oluşmuştur. Hücre zarlarında kullanılan bu deterjan türü mole-

küller, bir hücre türünden diğerine büyük değişiklik gösterir. Kimi uzun, kimi kısa; kimi gevşek, kimi gergindir; kimi negatif, kimi pozitif yüklüdür. Kimileri ise nötürdür. Birçok hücre zarı değişik moleküllerin karışımından oluşur, bu karışımlar da hücrenin çeşidine göre değişiklik gösterir.

Deterjan molekülleri suya girdiğinde birbirleriyle ortak hareket etmeye başlarlar. Çamaşır yıkarken etrafa sıçrayan baloncuklarda bu ortaklığa iyi bir örnek olarak gösterilebilir. Baloncuklar, içinde moleküllerin yan yana paketlendiği çok ince bir tabaka deterjan ve biraz sudan oluşur. Baloncukların küresel şekilleri, yüzey gerilimi denen bir etkiyle oluşur ve böylece baloncuğun alanını, deterjanı yerleştirebileceği en küçük boyutlara indirir. Eğer bir hücre zarının moleküllerini alır, hücrenin diğer tüm elementlerinden arındırır ve suda çözerseniz, kapalı bir küresel şeklin içinde sıkışır kalırlar.

Moleküllerin kendi kendilerine baloncuk haline gelmeleri, gelişigüzel, planlanmamış bir işbirliği yapmaları ve bir molekülün tek başına hücre zarının şeklini alabilmesi; hücre zarlarının böylesine akıllı bir plan yapabilecekleri sonucuna varmak zordur. Taş duvardaki taşlar gibi, her bir element, diğer bir element tarafından kolayca değiştirilebilir. Buzdolabının üzerindeki küf gibi. Tasarımın belirlenmesi kolay değildir.

Ya da hemoglobini düşünün – hemoglobin, alyuvarlarımızda bulunan ve akciğerlerden dokulara oksijen taşınmasını sağlayan bir proteindir. Hemoglobin, dört farklı proteinin birleşmesinden meydana gelmiştir ve her protein molekülü oksijen taşıma özelliğine sahiptir. Proteinlerin ikisi aynı – diğer ikisi de birbirinin aynıdır. Hemoglobinin üzerindeki dört proteinin birbirlerine birleşme biçimlerinden dolayı, moleküle bağlanan ilk oksijen, rastladığı ilk proteine diğerlerinden daha sıkı bağlanır. Oksijenin diğer proteinlere bağlanma şiddetindeki farklılığa, "işbirliği" denmektedir. Bu demektir ki, hemoglobine bağlanan oksijenin miktarı, havadaki oksijen miktarının artışıyla çoğalmaz. Tam tersine, çevredeki oksijen miktarı az olduğunda, hemoglobine hiç oksijen bağlanamaz. Fakat çevredeki ortamda oksijen miktarı arttığında ise, kandaki hemoglobine bağlanan oksijen miktarı hızla artar. Bu bir domino etkisini andırmaktadır; ilk dominoyu düşürmek zordur (ilk oksijenin bağlanması), fakat bunun başarılmasıyla diğer dominolar kendiliğinden düşerler. İşbirliğinin, fizyolojik açıdan çok fazla önemi vardır. Ortamda çok fazla oksijen olduğunda hemoglobinin doyuma ulaşmasını sağlar (ciğerlerdeki gibi), ve ihtiyaç duyulduğunda oksijen hemen salınıverilir (organ dokularında).

Bir de hemoglobine çok benzeyen miyoglobin adında bir protein var-

dır. Hemoglobinden tek farkı, dört değil, sadece tek bir protein zincirine bağlı olmasıdır. Bu yüzden sadece bir oksijene bağlanır. Oksijenin miyoglobine bağlanmasında yukarıda bahsedilen işbirliği yoktur. Şimdi sorulması gereken soru, eğer çoktan tek oksijene bağlanan bir proteine, miyoglobine sahip olduğumuzu düşünürsek; hemoglobinin görevinden böyle akıllı bir dizayn umabilir miyiz? Burada tasarımın fazla güçlü olmadığı düşünülebilir. Başlangıç noktası olan miyoglobin, zaten oksijeni bağlayabiliyordun Miyoglobinin davranışlarında az bir değişiklikle, hemoglobin elde edilebilir ve ayrıca hemoglobin ve miyoglobine ait proteinler de benzerlikler içermektedir. Hemoglobin, farklı parçaların beraber faaliyet gösterdiği bir sistem olarak düşünülse de; her parçanın da kendi içinde önemli görevleri vardır. İnsanın aya gitmesi ne kadar bir dizaynın sonucuysa, miyoglobin düşünüldüğünde aynı derecede karmaşık bir tasarım gözlenir. Belki biraz akıl karıştırıcıdır, fakat bu da hayranlık vermektedir.

Son biyokimyasal sistem ise, daha önce 7. Bölüm'de bahsetmiş olduğum AMP üreten sistemdir. Burada dizaynın varlığını görmek, aslında çok meşhur bir ressama ait olduğu iddia edilen bir tablonun aslında aynı dönemde yaşayan başka birine ait olduğunu öğrenmek gibidir. Belki resmin sol alt köşesinde ünlü ressamın imzasını görürsünüz; ama fırça vuruşları, renk kombinasyonu, konu malzemeleri ve tuvali, yani resmin kendisi tamamen farklıdır.

AMP'yi üretmek için birbirini izleyen birçok aşamanın tamamlanması gerektiği, aracıların kullanılmadığı ve bilinen en iyi bilimadamlarının bile bu işlemin dağınık parçalar ve yöntemler sonucu oluştuğu gerçeğini farketmesi; AMP üretim mekanizmasının üstün bir tasarım harikası olduğunu güçlü delillerle ispatlamaktadır. Burada ve diğer sistemlerde de dizaynın ortaya çıkması, Stuart Kauffman tipi senaryolar için zorlayıcıdır; hatta karmaşıklık teorisi de hayalden öteye gidemez. Moleküllerin hareketleri, ortaya atılan tüm teorileri yerle bir etmektedir. Üstüne üstlük, biyokimyasal sistemlerin her birinin üstün ve akıllı bir dizaynın örneklerini içermesi; kendi içinde başka bir dizayn örneğine benzemektedir.

Her şey tasarlanmış olabileceğine göre ve yaradılışı göstermek için delilleri göstermemiz gerektiğine göre; karşımıza çıkan her biyokimyasal sistemle bu delilleri ortaya koyabilmemiz, gerçekten şaşırtıcıdır. Hücrenin bazı özellikleri basit ve doğal süreçlerin sonucu gibi görünür, hatta bazıları gerçekten böyle olabilir. Fakat yine de tüm özellikler bir dizaynın sonucudur ve her şey nasıl tasarlanmışsa, bunların da öyle olduğu konusunda tam bir güven içinde olabiliriz.

BÖLÜM 10

TASARIM HAKKINDA SORULAR

BASİT FİKİRLER

Basit bir fikrin geliştirilmesi, fikir çok güçlü olmasına rağmen, şaşılacak kadar uzun bir zaman alabilir. Bu konuda en bilinen örnek, ilk tekerleğin bulunmasıdır. Tekerlekten önce insanlar tahta çubuklar üzerinde kaydırdıkları atlı arabalarında, toprağı boydan boya parçalayarak ve bolca sürtünme meydana getirerek zar zor ilerlemeye çalışıyorlardı. Zamanımızda yaşayan herhangi bir okul çocuğu, onlara tekerlekli vagonlar üretmelerini tavsiye edebilirdi. Çünkü okul çocuğu tekerlek sistemini öğrenmiştir. Tekerlek fikri hem güçlü, hem fevkalade basit bir fikirdir. Hayatımızdaki birçok pratik avantajların öncüsüdür. Buna rağmen, gerçekleştirilip geliştirilmesi çok güçlü olmuştur.

Başka bir güçlü fikir de fonetik alfabedir. Fonetik harfler, seslere dayalı sembolleri kapsar. Bu sembollerden birkaçını birleştirerek, gerçek hayatın seslerine dayalı bir düzine sembol elde edilir. Fonetik alfabe, resimli harflerin yerini tuttuğu hiyeroglifik yazılım sistemiyle zıtlık gösterir. Hiyeroglif yazı birçok yönden daha doğal bir yöntemdir. Özellikle yazmaya yeni başlayan biri için.

Yazılı iletişim konusunda hiçbir şey bilmeyen biri kağıda "KÖPEK KEMİK YİYOR" anlamını veren şekiller çizip, arkadaşlarına bunların hangi seslerin yerini tuttuğunu açıklayıp öğretmektense, kağıda kemik yiyen bir köpeğin resmini çizmeyi tercih eder. Eğer bu resimler söylemleri Ç°k İV̇* ifade etseydi, daha doğal olan hiyeroglif yazı sistemi fonetik alfabenin benimsenmesini engellerdi. Fakat fonetik yazı sistemi gerçekte daha basit, alışıldıkça daha çok yönlüdür.

Gramer okulunda 561 sayısında onluk sisteme göre; 1'in birler basamağı, 6'nın onlar basamağı ve 5'in yüzler basamağında durduğunu öğreniriz. Bu yere göre değişen değer sistemine göre sayılarla çalışmak

çok kolaylaşır ve bunu çocuklar bile başarabilir. On yaşındaki eğitilmiş her çocuk 561 ve 427'yi toplayarak 988'i elde edebilir ve 12 yaşındaki herkes 41 ile 17'yi çarparak 697'yi bulabilir. Bir de bu işlemleri Roma rakamlarıyla deneyelim. XXIV+LXXVI'yi toplayarak C'yi bulmayı deneyelim. (Roma rakamlarını Arap rakamlarına çevirmeden bunu deneyelim). Orta Çağ'a kadar Avrupa'da Roma rakamları kullanılmıştır; tahmin edileceği gibi bu nedenle basit bir tacirin yapabildiği hesaplar, Avrupa'nın çoğunda yapılamıyordu. Basit toplama işlemlerini yapmak için, bunu meslek edinmiş kişilere ihtiyaç vardı.

ADIM ADIM TASARIMA YAKLAŞMAK

Akıllı tasarım fikri de yukarıda anlatılanlar gibi basit, güçlü ve görünürdür. Fakat konu dışında kalan birçok kişi tarafından bu görüş eleştirilere maruz kalmıştır. En başından beri tasarımı destekleyen en kolay yaklaşımlardan biri, nasıl gerçekleştiği aklımıza yatan sistemlerin bir tasarım sonucu olduğunu görmektir. Bu sayede delilleri kendiliğimizden belirleyebiliriz. Yunanlı filozof Diogenes de, mevsimlerin düzeninde tasarımı fark etmiştir:

> Böyle bir düzenleme kesinlikle üstün bir akıl olmadan gerçekleşemezdi, çünkü her şey belirli bir miktar iledir: kış ve yaz, gece ve gündüz, yağmur ve rüzgar, ve havanın farklı tutumları. Diğer şeyler de bunun gibidir, yakından incelendiğinde her şeyin olabilecek en üstün ve kusursuz biçimde düzenlendiğini fark ederiz.–[1]

Sokrates'in incelemeleri şunlardır :

> Buna hayran kalmamak mümkün mü... yemeklerin yolculuğuna başladığı ağzımız, gözlere ve burna özellikle yakın bulunmaktadır, böylece beslenmeye uygun olmayan şeylerin ağıza atılması engellenmiş olur. Ve sen Aristodemus hala şüphede misin ki, bu parçaların düzeni bir tesadüf eseri değildir ve gizli, akıllı bir tasarımın aklıdır.[2]

Bu tür düşünceler, insanca mesajlar içermesine rağmen, aynı zamanda dünyanın eğlenceli bir yer olduğu hissi üzerine kurulmuştur. Eğer Diogenes Hawaii'de yaşasaydı ve kış hiç gelmeseydi, bu durumda kışın hiç gelmemesinin en iyi plan ve düzenin eseri olduğunu fark edecekti. Eğer

Sokrates'in ağzı elinin yanında olsaydı, o zaman onu ağzına yemek götürmesinin mümkün olduğunu söylerken hayal edebiliriz. Onların doğruluk dedikleri boş iddialara dayanan bu akıllı dizayn konusundaki tartışmaları, basit bir şüphe ile yaklaşıldığında bile hemen buharlaşıp uçuverir.

İnsanlık tarihi boyunca birçok görmüş geçirmiş kavim (öyle olmayanlar da), doğadaki tasarımı açıkça görünür olduğunu fark etmişlerdir. Darwin'e gelene kadar, dünyanın yaratılmış olduğu ve bir tasarım eseri olduğu fikri felsefe ve fende çok geniş bir yer tutuyordu. Ama kulağa oldukça entelektüel gelen bu tartışmalar, büyük ihtimalle diğer fikirlerle rekabete dayalı oldukları için pek ön plana çıkamadılar. Darwin öncesine rastgelen tasarım tartışmaları, Anglikan kilisesi papazı VVilliam Paley zamanında doruk noktasına ulaştı. Tanrı'nın hizmetkarı olan papaz, yazılarında eğitsel bir yorum yansıtmaktaydı ve aynı zamanda inkarcılara karşı hatırlatma görevi yerine getiriyordu.

Paley'in *Natural Theology* (Doğal Teoloji) adlı kitabının başlangıç kısmı, öne sürdüğü fikrin gücünü göstermekte, fakat daha sonra eleştirilere neden olan yorumlar içermektedir:

> Bir fundalığı geçerken, ayağımı bir taşa çarptığımı varsayın; peki bu taş buraya nasıl gelmişti? Buna uygun bir cevap verebilirim, orada sonsuza dek durabilir diyerek bu soruya kolaylıkla anlamsız bir cevap verebilirim. Fakat bu sefer yerde bir saat bulduğumu varsayın, bu saatin oraya nasıl geldiği konusunda bir cevap vermeliyim. Önceden verdiğim cevabın bu durumda gerçekleşemeyeceği açıktır. Saat sonsuza dek orada duramaz. Peki cevabım neden taş ve saat için aynı anda geçerli olamıyor? İlk seferde doyurucu olmasına rağmen, İkincide neden böyle olmuyor? "Çünkü birçok nedenden biri olarak, saati incelediğimizde, onun bir çerçeve içine alınmış parçalarının belirli bir amaç için bir araya getirildiğini görürüz. O kadar hassas bir yerleştirme vardır ki, içindeki hareket günün saatlerine ayarlıdır. Eğer bu düzenleme yerine başka bir düzen yapılsaydı ve parçaların kendi kendilerine hareket etmelerine izin verilseydi; saat hiçbir zaman şu an gerçekleştirdiği işlevini yapamayacak, hatta bambaşka bir görünüm alacaktı. Bu parçaların ve hareketlerinin basit bir örneğini şöyle verebiliriz: Silindir bir kutunun içindeki elastiki yay, kendi çabasıyla kutunun etrafında döner. Daha sonra esnek bir zincir görürüz. Daha sonra bir dizi dişli. Bu dişlilerin pirinçten yapıldığını fark ederiz ve bunun nedeni de paslanmasını engellemektir. Saatin ön yüzüne ise cam

yerleştirilmiştir, bunun gibi şeffaf bir malzeme bulunmasaydı, saati öğrenmek isteyenler kutunun içine açıp bakmalıydı. Bu incelenen mekanizma, sistemin incelenmesi ve biraz da ön bilgiyle kolaylıkla anlaşılabilir; fakat önceden de belirttiğimiz gibi, yaptığımız gözlem ve inceleme sonucunda saati yapan bir tasarımcı olduğu konusunda emin olabiliriz. Yani bir yerde, bunun amacını belirleyen ve yapımının detaylarını düşünen bir tasarımcı bulunmalıdır.[3]

Yunanlıların görüşleriyle karşılaştırıldığında, Paley'inki daha gelişmiştir. Doğal Teoloji adlı kitabında verdiği örnekler detaylı olmamasına rağmen (Diogenes ve Socrates'inkilerin tersine) genellikle hedefi tam ortasında vurur. Birçok sistemin yanısıra, Paley aynı zamanda kas sistemi, kemikler, memelilerin salgı bezleri gibi farklı örnekler verir ve bunlardaki ayrıntılardan birinin eksilmesinin, sistemin çökmesine neden olacağını belirtir. Bu da dizayn tezinin temelini oluşturur. Fakat modern zamanın okuyucuları için belirtmemiz gereken, Paley'in aslında yine kara kutulardan bahsettiğidir. Bunlar hücrelerden büyüktür. Paley'in saat örneği çok ustacadır, çünkü bir kara kutu niteliği taşımamaktadır; ona ait tüm parçaların faaliyetleri ve özellikleri bilinmektedir.

GÖZARDI EDİLMİŞ

Paley, dizayn tezini öyle iyi açıklamaktadır ki; bu konuda evrimcilerin bile desteğini alır. Hatta Richard Dau/kins'in *The Blind Watchrnaker* kitabı, adını Paley'in saat örneğinden almaktadır. Fakat onun iddialarına göre burada olayları gerçekleştiren evrim sürecidir:

> Paley hayatın mekanizmaları hakkındaki görüşünü, insan gözünden başlayarak detaylarıyla tarif etmiştir. Bu görüşleri son derece samimidir ve kendi döneminde en saygın eserlerden biri olmuştur, fakat ne yazık ki yanlıştır. Tamamen yanlıştır. Eğer doğal seleksiyonun doğada üretici bir faaliyet gösterdiği iddia ediliyorsa, bu ancak kör bir doğal seleksiyon olabilir (yani olmaz). Fakat burada saatlere benzer yaşayan örneklerle aklınızı karıştırmayacağım, fakat Paley 'in çok daha öteye gidebileceğini söyleyeceğim.4

Davvkins'in Paley'e yaklaşımı, düşmanını alt eden bir imparatorunkine benzer. Zaferin aslı, Davvkins'in doğadaki karmaşayı görmesinden kaynaklanır. Paley'in yenilgiye uğramasının haklı bir sebebi de, artık

onun eserlerinin göz önüne alınmamasıdır. Felsefeciler ve bilimadamları başka kaynaklara yönelirler. Bu nedenle Dau/kins onun görüşlerini yorumlamak yerine, gözardı eder. Paley, dünyanın merkezde bulunduğuna inanılan astronomi bilgisine ve simyacıların ilginç tezlerine bağlı kalmıştır. Bunlar da dünyanın sırlarını açıklamaya yetmemiştir.

Fakat Paley' in asıl hangi noktada yenilgiye uğradığını biliyor muyuz? Onun bu görüşlerine kim karşılık verebilmiştir? Sözkonusu saat, akıllı bir tasarımcı olmadan nasıl varolmuş olabilir? Ne var ki, söylemleri geçersiz olan Paley hiçbir zaman tam anlamıyla çürütülememiştir. Darvvin veya Dau/kins, bilim veya felsefe; hiçbir şekilde saatin bir tasarımcı olmadan nasıl varolduğunu açıklayamamıştır. Hatta Paley'in örnekleri amatör yaklaşımları nedeniyle gözardı edilmiş ve dikkate alınmamıştır. Paley, izlenimlerini iyice delillendiremediği için sorumlu tutulabilir. Fakat Paley' e karşı çıkanlar da, onun fikirlerini ve temel dayanağını anlayamamışlardır ve daha renkli bir sonuca ulaşmak için anlamsız yollara başvurmuşlardır.

KARIŞIK BİR ÇANTA

Natural Theology adlı kitabında Paley, biyolojik sistemlerin bir saat gibi kendi içlerinde faaliyet gösterdiklerini örnek vererek, bunların mutlaka bir tasarımcısı olması gerektiğini söyler. Paley'in örnekleri karışık bir çanta gibidir, çok çarpıcı örnekleri verebildiği gibi şaşırtıcı ya da aptalca olanlara raslanabilir. Veya mekanik olanlar ile sadece şekillere dayalı sistemler de bulunur. Paley verdiği örneklerin hiç birinde bir tasarımcının varlığına dair delilleri tam olarak açıklayamadığı ve aşamalı bir evrim sürecinin yaşanmadığına dair kesin göstergeleri sıralamadığı için, Darwin'den beri insanlar hâlâ aşamalı bir gelişmenin mümkün olabileceğini düşünmektedirler.

Paley, özellikle mekanik sistemlerle ilgili örneklerinde başarılıdır. Kalple ilgili aşağıdaki gözlemleri yapmıştır:

> Damarların kendi aralarında özel bir düzenlemeleri olması gerekir - hareketin başarısı da zaten bunlara bağlıdır; kapakçıklardan herhangi biri kasıldığında burada meydana gelecek güç hem kanı ana atardamarın ağzına götürecek, hem de toplardamarın çıkış noktasına geri itecektir kalp, bir pompa nasıl borular olmadan çalışamazsa, damarlar olmadan İşleyemeyecektir.[5]

Burada kendisi sistemin bir fonksiyonunu tanımlar ve okuyucuya kal-

bin neden farklı parçaları olması gerektiğini anlatır – sadece pompa değil, damarlara da ihtiyacı vardır.

Fakat içgüdüleri anlatırken Paley'in yorumları ortalıdır:

> Yumurtlamadan önce dişi kuşun yuvasını hazırlamasını sağlayan şey nedir?.. Vücudunun bir yerinde hissettiği bir sertlik veya doluluk hissi, veya içindeki yumurtanın büyümesi ve kabuğunun sertliği; ona vücudundan bir canlı çıkmakta olduğunu ve bu canlının bakıma ihtiyacı olduğunu hissettirebilir mi? Kuşlar, yumurtaların içinde kendi yavruları olduğunu nereden bilmektedir?[6]

Buradaki örnek ilgi çekicidir, fakat kesin çizgilerle tanımlanmış bir fonksiyona işaret etmeniz pek mümkün değildir. Ayrıca sistemin parçalarının çoğunluğu (belki de kuşun beyninde bulunmaktadır) bilinmez ve tam bir kara kutu teşkil eder.

Paley, bebeğin anne karnındaki gelişimini anlatırken de genel ifadeler kullanmıştır:

> Göz ilk ortaya çıktığı anda herhangi bir işe yaramıyordun Karanlıklarda inşa edilmiş optik bir mekanizmadır; ışığın odaklanması ve yönlendirilmesi için mükemmel bir düzendir. Gelecek için hazırlık yapmaktadır.[7]

Bu örnekte de Paley, bir olayın zamanlamasındaki kusursuzluğu gösteriyor fakat sistemi tanımlayacak bir detaya yer vermiyor:

Eksikliklerin karşılanması konusunda yazdıklarında ise ilgi çekici örnekler veriyor:

> Filin kısa ve bükülemeyen boynu, hortumunun uzunluğu ve esnekliği ile karşılanmıştır
>
> Yengeç türleri suların altında yaşamak ve yiyecek aramak zorunda olduğu için; ve yüzgeçleri olmadığından, yüzme yeteneğine sahip değildir. Bu eksikliği gidermek içinse hareket edebilecekleri dört uzun bacakları vardır ve avlanmak için diğer özelliklerini de kullanırlar. Bu eksikliklerin karşılanmasıdır.[8]

Bu tür sebepler öne sürmek, komedi okurları için malzeme oluşturabilir (çirkinliğine karşılık boyu uzundur; aptal olmasına karşılık zengindir; vb.), fakat dizaynı tanımlamak için yeterli nitelikte değildir. Paley herhalde verdiği örneklerin tasarımı ispatlayacak güçlü örnekler olduğunu düşünüyordu, ve bu nedenle basit örneklerle başarılı olduğunu zannetti. Daha sonra gelecek muhaliflerin, kendi teorisini çürütmeye çalışabileceği aklına gelmemişti.

Yanlış yönlendirici örneklerine rağmen, Paley'in saatle ilgili verdiği örnek kesinlikle doğrudur - herkes bir saatin mutlaka bir tasarımcısı olduğunu anında kabul edecektir. Bu sonuca varmanın nedenleri açıktır ve Paley bunu belirtmiştir: bir fonksiyonu gerçekleştirebilmek için varolan sistemin parçaları, kendi asli görevlerinden farklı hareket eder. Saatin amacı zamanı belirlemesidir. Onun parçaları ise çeşitli dişliler, yaylar, zincirlerdir.

Şimdiye kadar her şey yolunda. Fakat eğer Paley mekanik paradigmalarında neyin önemli olduğunu biliyorsa, neden yolun sonuna bu kadar hızlı vardı? Çünkü dikkati dağıldı ve saatin farklı yönlerini değerlendirmeye başladı.

Problemin başladığı nokta, sistemlerin gerçek işleyişine ait parçaların çalışmalarını tanımlamak yerine, kendi fikirlerini anlatmaya başlamasıdır. Hatta belanın ilk sinyalleri, Paley'in giriş paragrafında fark edilir, burada saatin dişlilerinin pastan korunması için bronzdan yapıldığını söyler. Buradaki problem, bronzun aslında saatin çalışmasında *gerekli olmadığıdır.* Belki faydalı olacaktır, fakat saat herhangi başka bir malzemeden yapıldığında da çalışacaktır - hatta tahta veya kemik bile yeterli olur. Paley, saatin cam yüzeyinden bahsetmeye başladığında ise her şey daha da kötüye gider. Bu malzemenin varlığı zorunlu değildir ve parçanın tamamı gözardı edilebilir; saatin fonksiyonunu gerçekleştirmesi için böyle bir kaplamaya ihtiyacı yoktur. Saat camı, eksiltilemez karmaşıklıktaki bir sisteme *sadece kolaylık* sağlamak amacıyla eklenmiştir ve sistemin *kendisinin parçası değildir.*

Paley kitabı boyunca saatin özelliklerinden başlar - birbiriyle etkileşim halinde olan parçalar - ve bu nedenle ilk verdikleri örnekler bu yöndedir. Genellikle hepimiz için de zaman zaman geçerli olduğu gibi, eğer daha az konuşsaydı söyledikleri daha fazla şey ifade edecekti.

Bu güvenilmez yönleri nedeniyle, Paley'in yaptığı tartışmalar kolaylıkla alt edilebilir. Sistemin gerçek karmaşıklığı ile ilgilenmek yerine (retina veya saat gibi), Darwin'in taraftarları detayları anlatacak hikayelerle yetinmektedir. Bir benzetme yapmak istersek, camla kaplı bir saatin kökenlerine dair Darwin'in yapacağı "açıklama" şöyle olacaktır; zaten önceden cam kaplamalı olmayan saatleri üreten bir fabrika bulunmaktadır! Bu açıklama daha sonra cam bir kaplamanın nasıl bir gelişme olabileceğini anlatacaktı.

Zavallı Paley. Modern bilimadamları kompleks başlangıç noktaları beklerken (göz veya saat gibi), daha sonra verilen örneklerle (saat camı veya gözün kıvrımı) hayal kırıklığına uğramışlardır. Paley'in öne sürebileceği başka bir argümanı yoktur; eksiltilemez karmaşıklıkla ilgili bir açıklamada bulunamamıştır.

TASARIMA KARŞIT İDDİALAR

Uzun zamandır akıllı dizaynı destekleyen argümanlara rastlansa da, aynı zamanda bunun karşıtı olanlar da bulunmaktadır. En iyi karşıt fikirler Darwin ve onu takip edenlerden çıkmıştır, fakat bazıları Darwin'den bile önceye dayanmaktadır. David Hume, 1779 yılında yayınladığı *Dialogues Concerning Natura! Religion* (Doğal Dinle İlgili Diyaloglar) adlı kitabında tasarımı reddetmiştir. Richard Dawkins ise *The Blind Watchmaker* adlı kitapta, konu hakkında "ünlü bir ateist" ile yaptığı görüşmeyi anlatır:

> 1859 yılında Darwin'in *The Origins of Species* (Türlerin Kökeni) adlı kitabı yayınlanmadan önce, ateist olmayı hayal bile edemezdim. Felsefeci, "Peki ya Hume?" diye sordu. "Yaşayan dünyadaki karmaşıklığın düzenini Hume nasıl açıklamış?" diye sordum. "Açıklamadı", dedi felsefeci. "Neden bir açıklamaya gerek olsun ki?"[9]

Davvkins ise açıklamaya devam eder:

> Ünlü İskoç felsefeci David Hume için, Darvvin'den bir yüzyıl önce Tasarım Yaklaşımı'ndan ayrıldığı söylenir. Hume'un özellikle reddettiği husus, doğada aşikar olan tasarımın aslında bir Tanrı'nın varlığına pozitif bir delil teşkil etmesiydi. Fakat kendisi de karmaşık biyolojik tasarımlar için alternatif bir açıklama yapamadı.[10]

Wisconsin Üniversitesi'nden modern bir felsefeci olan Elliot Sober, *Philosophy of Biology* (Biyolojinin Felsefesi) adlı kitabında Hume'un öne sürdüğü açıklamaları daha detaylı olarak bize sunuyor:

> Hume inanıyor ki... benzer saatlerin ve organizmaların nasıl olduklarını sormalıyız. Aslında bir anlık düşünme, bunların kesinlikle benzer olmadıklarını göstermektedir. Saatler camdan ve metalden yapılır; nefes almazlar, metabolizmaları yoktur, üremezler... Burada hemen anlaşılmaktadır ki, tasarımın varlığından söz etmek çok zayıf bir iddiadır. Saatlerin belirli özellikleri olduğu için, organizmaların da belirli niteliklerinin olduğunu söylemek yersizdir.[11]

Yanlış yönlendirici örneklerine rağmen, Paley'in saatle ilgili verdiği örnek kesinlikle doğrudur – herkes bir saatin mutlaka bir tasarımcısı olduğunu anında kabul edecektir. Bu sonuca varmanın nedenleri açıktır ve Paley bunu belirtmiştir: bir fonksiyonu gerçekleştirebilmek için varolan sistemin parçaları, kendi asli görevlerinden farklı hareket eder. Saatin amacı zamanı belirlemesidir. Onun parçaları ise çeşitli dişliler, yaylar, zincirlerdir.

Şimdiye kadar her şey yolunda. Fakat eğer Paley mekanik paradigmalarında neyin önemli olduğunu biliyorsa, neden yolun sonuna bu kadar hızlı vardı? Çünkü dikkati dağıldı ve saatin farklı yönlerini değerlendirmeye başladı.

Problemin başladığı nokta, sistemlerin gerçek işleyişine ait parçaların çalışmalarını tanımlamak yerine, kendi fikirlerini anlatmaya başlamasıdır. Hatta belanın ilk sinyalleri, Paley'in giriş paragrafında fark edilir, burada saatin dişlilerinin pastan korunması için bronzdan yapıldığını söyler. Buradaki problem, bronzun aslında saatin çalışmasında *gerekli olmadığıdır.* Belki faydalı olacaktır, fakat saat herhangi başka bir malzemeden yapıldığında da çalışacaktır – hatta tahta veya kemik bile yeterli olur. Paley, saatin cam yüzeyinden bahsetmeye başladığında ise her şey daha da kötüye gider. Bu malzemenin varlığı zorunlu değildir ve parçanın tamamı gözardı edilebilir: saatin fonksiyonunu gerçekleştirmesi için böyle bir kaplamaya ihtiyacı yoktur. Saat camı, eksiltilemez karmaşıklıktaki bir sisteme sadece kolaylık sağlamak amacıyla eklenmiştir ve sistemin kendisinin parçası değildir.

Paley kitabı boyunca saatin özelliklerinden başlar – birbiriyle etkileşim halinde olan parçalar – ve bu nedenle ilk verdikleri örnekler bu yöndedir. Genellikle hepimiz için de zaman zaman geçerli olduğu gibi, eğer daha az konuşsaydı söyledikleri daha fazla şey ifade edecekti.

Bu güvenilmez yönleri nedeniyle, Paley'in yaptığı tartışmalar kolaylıkla alt edilebilir. Sistemin gerçek karmaşıklığı ile ilgilenmek yerine (retina veya saat gibi), Darwin'in taraftarları detayları anlatacak hikayelerle yetinmektedir. Bir benzetme yapmak istersek, camla kaplı bir saatin kökenlerine dair Darwin'in yapacağı "açıklama" şöyle olacaktır; zaten önceden cam kaplamalı olmayan saatleri üreten bir fabrika bulunmaktadır! Bu açıklama daha sonra cam bir kaplamanın nasıl bir gelişme olabileceğini anlatacaktı.

Zavallı Paley. Modern bilimadamları kompleks başlangıç noktaları beklerken (göz veya saat gibi), daha sonra verilen örneklerle (saat camı veya gözün kıvrımı) hayal kırıklığına uğramışlardır. Paley'in öne sürebileceği başka bir argümanı yoktur; eksiltilemez karmaşıklıkla ilgili bir açıklamada bulunamamıştır.

TASARIMA KARŞIT İDDİALAR

Uzun zamandır akıllı dizaynı destekleyen argümanlara rastlansa da, aynı zamanda bunun karşıtı olanlar da bulunmaktadır. En iyi karşıt fikirler Darwin ve onu takip edenlerden çıkmıştır, fakat bazıları Darwin'den bile önceye dayanmaktadır. David Hume, 1779 yılında yayınladığı *Dialogues Concerning Natural Religion* (Doğal Dinle İlgili Diyaloglar) adlı kitabında tasarımı reddetmiştir. Richard Dawkins ise *The Blind Watchmaker* adlı kitapta, konu hakkında "ünlü bir ateist" ile yaptığı görüşmeyi anlatır:

> 1859 yılında Darvvin'in *The Origins of Species* (Türlerin Kökeni) adlı kitabı yayınlanmadan önce, ateist olmayı hayal bile edemezdim. Felsefeci, "Peki ya Hume?" diye sordu. "Yaşayan dünyadaki karmaşıklığın düzenini Hume nasıl açıklamış?" diye sordum. "Açıklamadı", dedi felsefeci. "Neden bir açıklamaya gerek olsun ki?"[9]

Dawkins ise açıklamaya devam eder:

> Ünlü İskoç felsefeci David Hume için, Darvvin'den bir yüzyıl önce Tasarım Yaklaşımıhdan ayrıldığı söylenir. Hume'un özellikle reddettiği husus, doğada aşikar olan tasarımın aslında bir Tanrının varlığına pozitif bir delil teşkil etmesiydi. Fakat kendisi de karmaşık biyolojik tasarımlar için alternatif bir açıklama yapamadı.[10]

VVisconsin Üniversitesinden modern bir felsefeci olan Elliot Sober, *Philosophy of Biology* (Biyolojinin Felsefesi) adlı kitabında Hume'un öne sürdüğü açıklamaları daha detaylı olarak bize sunuyor:

> Hume inanıyor ki... benzer saatlerin ve organizmaların nasıl olduklarını sormalıyız. Aslında bir anlık düşünme, bunların kesinlikle benzer olmadıklarını göstermektedir. Saatler camdan ve metalden yapılır; nefes almazlar, metabolizmaları yoktur, üremezler... Burada hemen anlaşılmaktadır ki, tasarımın varlığından söz etmek çok zayıf bir iddiadır. Saatlerin belirli özellikleri olduğu için, organizmaların da belirli niteliklerinin olduğunu söylemek yersizdir. [11]

Fakat Sober, Hume ile uzlaşamaz:

Hume'un tasarım hakkında sadece zayıf bir iddia demesi ne denli yersiz ise, tasarım argümanının böyle reddedilmesi anlaşılmazdır. Paley'in organizmalar hakkındaki görüşleri yalnız kalmıştır, ve saatler ile organizmaların benzerlikleri burada dikkate alınmamıştır. Saatler hakkında konuşmanın amacı, okuyucuya organizmalar hakkındaki görüşlerin ne denli çekici olduğunu göstermektir.[72]

Daha doğrusu David Hume tasarım iddialarının, biyolojik organizmalarla diğer tasarlanmış sistemlerin birbirlerine *tesadüfi benzerliklerinin* sonucu olduğunu söylemektedir. Fakat böyle bir söylem tüm benzerlikleri bir kenara atacaktır, çünkü aynı olmayan iki nesne arasında benzerlikden çok farklılıklara rastlanabilir. Örneğin Hume'un bakış açısıyla, bir arabayı uçağa benzetemezsiniz. Halbuki her ikisi de ulaşım amacıyla kullanılır, fakat uçağın kanatları arabanın tekerlekleri vardır. Sober ise Hume'un yaklaşımlarını reddeder. Ona göre evrende akıllı bir dizayn olduğunu öne sürmek en iyi açıklama şekli olacaktır. Bu demektir ki, akıllı dizaynın tastamam açıklamaları ile kontrolsüz doğal etkilerin arasında bir seçim yapmak gerekirse, Paley'in iddiaları daha akla yatkındır.

Sober'in vardığı sonuç sürdürülebilir, fakat benzerliklerle ilgili söyledikleri geçerli değildir. Benzerliklere dikkat çekilmesinin nedeni, bunların açıktan veya gizli olarak belirli koşullarda A'nın B'ye yakın olduğunu ileri sürmektir. Pas, diş çürümesi gibidir ve içteki küçük noktalardan başlayarak dışarı doğru devam eder. Diş çürümesi canlı bir organizmada yer almasına ve bakterilerce oluşmasına rağmen, florid gibi maddelerce engellenebilir. Rube Goldberg makinası, tıpkı kanın pıhtılaşması gibi eksiltilemez karmaşıklıktadır; fakat yine de ikisi arasında farklılıklar olabilir. Bir benzetmeye dayanarak sonuca varmak için, ortak paylaşılan özelliklerden çıkarak bir yorum yapmak gerekir: Eksiltilemez karmaşıklıktaki Rube Goldberg makinasının üretimi için akıllı bir tasarımcı gerekmektedir; bu nedenle eksiltilemez karmaşıklıktaki kan pıhtılaşma sisteminin de bir tasarımcıya gereksinimi olmalıdır.

Hume'un bakış açısına rağmen, bir saat ve yaşayan organizma arasında çok güçlü bir benzetme kurulabilir. Modern biyokimya biyolojik malzemeleri kullanarak *belki* de bir saat üretebilir – şimdi olmasa da yakın bir zamanda. Aslında birçok biyokimyasal sistem saat kavramını kullanmaktadır, kalbin atmasını sağlayan hücreler, ergenliği başlatan sistem, hücreye bölünme emrini veren proteinler gibi. Dahası, biyokimya-

sal sistemlerin de birer dişli ve esnek zincir gibi hareket ettiği bilinmektedir. Hume'un öne sürdüğü gibi mekanik sistemler ile canlı organizmalar arasında bir benzerlik kurulamayacağı iddiası geçmişte kalmıştır, çünkü bilimin ilerlemesiyle hayatın makinaları ortaya çıkmıştır.

Sober, Hume'u analiz etmeye devam eder:

> Şimdi Hume'un tasarımla ilgili ikinci eleştirisine dönüyorum, fakat bu da diğeri gibi pek başarılı değil... Hume şunu söyler, eğer dünyamızdaki her şeyin akıllı bir dizaynın eseri olduğunu düşünmek için güvenilir delillerimiz varsa, o zaman diğer dünyalara da bakmalı ve buralarda organizmalar üretecek akıllı dizaynı bulmalıyız. [13]

Hume, dizayn argümanını aynı zamanda bir tümevarım sorunu olarak eleştiriyor. Tümevarıma örnek vermek gerekirse, şimdiye dek uçan bir domuza rastlanmadığı için, domuzlar kesinlikle uçamaz. Tümevarım yoluyla dizayn sonucuna varmak için ise, yaşayan canlıların tamamının bunun eseri olduğunu göstermemiz gerekir. Hume ise bu dünyada böyle bir şey yapılamayacağı için, dış dünyalara bakılması gerektiğini söyler. Diğer dünyalar hakkında bir bilgimiz olmadığı için, o zaman tümevarım için yeterli tecrübemiz yoktur. Sober ise Hume'un bu iddiasının yanlış olduğunu düşünmektedir, çünkü Sober'e göre akıllı dizayn her şey için en iyi açıklama biçimidir ve tümevarım gerektirmez.

Ve yine Sober söyledikleri konusunda haklıdır, fakat daha da öteye gidebilirdi. Hume'un tümevarım iddiasına karşı çıkışı onun döneminde geçerli olmuş olabilir; fakat bilimin ilerlemesiyle onun yaklaşımı çürütülmüştür. Modern kimya biyokimyasal sistemlerin dizaynı üzerinde çalışmaktadır, ve bunun da hayatın temeli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle hayatın parçalarıyla ilgili dizayn iddiasında bulunabileceğimiz kadar tecrübeye sahibiz. Yeni biyokimyasal sistemlerin oluşturulduğu on binlerce deney yapılmıştır ve yakın gelecekte bunların sayısı daha da artacaktır.

David Hume'un iddialarını reddetmek için dizaynı savunan bilim adamları görüşlerini ifade edecek başka mantıklar da yürütmek durumunda kalmışlardır. Bundan sonraki bölümde dizayn aleyhine ortaya atılan açıklamalara yer vereceğim.

OUIJA BENZETMESİ

Richard Dawkins'in felsefeyle ilgilenen arkadaşı Elliott Sober, David Hume'un akıllı dizaynı reddetmekle hem felsefi, hem de bilimsel anlam-

da yanıldığını düşünmekteydi. Sober felsefe alanında başarılı olmasına rağmen, bilim alanındaki gelişmelerden habersiz kalmıştır. Hume'un yanıldığını düşünse de akıllı dizaynın gelişimini tam olarak destekleyememiştir, çünkü Darvvinci evrim yaklaşımının hayatın temellerini atmış olabileceğini düşünmektedir. Fakat bu sonuca varırken, eksiltilemez karmaşıklıktaki bir organizmanın nasıl evrimleştiğine dair yazılmış bir esere dayanmamaktadır; hatta hayatın moleküler detaylarından haberi bile yoktur. Bunun yerine dizaynı reddederek Darvvinizm'i benimser ve bunu bir benzetmeye dayandırır. *Philosophy of Biology* (Biyolojinin Felsefesi) adlı eserinde şöyle açıklamaktadır:

> Mutasyon-seleksiyon işlevinin iki yönü olması Richard Dawkins tarafından, *The Blind Watchmaker* adlı kitabında ortaya konmuştur. Şifreli bir kilit sistemi olduğunu varsayın. Bu cihaz yan yana dizilmiş birçok diskten oluşmaktadır. Her diskin kenarında alfabenin 26 harfi yazılmıştır. Disklerin birbirinden bağımsız hareket edebilme yeteneği sayesinde harfler karışır ve bir dizi şifre belirmiş olur.
>
> Bu şifre kaç farklı kombinasyonda oluşmuş olabilir? Her diskte 26 ihtimal ve 19 disk olduğu için, 2619 kombinasyon kurma ihtimali vardır. Bunlardan birisi METHINKSITISAVVEASEL'dır. Bu şifrenin oluşması için tüm disklerin çevrilmesinden sonra 1/2619 ihtimal vardır. Bu da aslında çok küçük bir rakamdır
>
> Fakat şimdi ise disklerden, birinin hareketsiz kaldığını ve şifrenin böyle oluştuğunu düşünün. Bu durumda bunun dışındakiler tekrar çevrilecek ve işlem tamamlanacaktır. Peki, şimdi disklerin METHINKSITISAWEASEL mesajını elli denemeden sonra elde etme ihtimali ne olacaktır?
>
> Cevap ise çok açıktır, mesaj inanılmaz derecede küçük bir ihtimal sonucu Varyasyon sırasız bir işlemin sonucudur fakat seleksiyon ise sırasız değildir.[24]

Aslında bu benzetme, biyokimyasal sistemlerin oluşumundaki karmaşıklığı göstermek açısından faydalı olabilir. Bu döner disk benzetmesine dayanarak, varmamız istenen sonuç ise açıktır; tek hücrelilerdeki kirpikçikler aşamalı bir evrim süreci sonucunda oluşmuştur, görme yeteneği de aynı şekilde evrimleşerek gelişmiş olabilir ve bunun gibi diğerleri. Bu benzetme sonucunda, bu ya da diğer kompleks sistemlerin Darwinci bir yaklaşımla evrimleştiği sonucuna varmamız istenmektedir. Sober bu benzetmeyi o kadar zorlamıştır ki, buna rağmen Darwin'in evrim teorisi-

ne gösterebilecek en iyi açıklama da budur. Dau/kins'in örneği ise (Sober'in reddetmesine karşılık kendi kitabında verdiği detaylar) gerçekten yanlış olmasına rağmen, biyoloji alanındaki felsefecilerin dikkatini çekmiş görünmektedir. Sober'in yanısıra, benzer bir örnek Michael Ruse tarafından *Darwinism Defended* adlı kitapta verilmiştir ve yine Daniel Dennett da, *Darıvin's Dangerous Idea* adlı kitabında aynı konuya değinmiştir.

Peki Davvkins-Sober örneğindeki yanlışlık neden kaynaklanmaktadır? Sadece her şeyden. Doğal seleksiyonu destekleyici bir örnek olarak ortaya çıkar, fakat doğal seleksiyon seçmek için bir fonksiyona ihtiyacı vardır. Peki, şifreli kilit sisteminde yanlış olan fonksiyon nedir ki bir seçilme söz konusu olsun? Diskleri bir süre çevirdikten sonra, harflerin yarısının doğru olduğunu varsayalım, MDTUIFKQINIOAFERSCL gibi. Bu benzetmeye göre harflerin yarısının doğru çıkması bir gelişme olarak düşünülmüştür ve kilidi açabilmek için bir şekilde yardımcı olmaktadır. Fakat hayatınız, METHINKSITISAWEASEL gibi bir şifrenin açılmasına bağlı olsaydı ve siz bunun yerine MDTUIFKQIOIOAFERSCL'yi deneşeydiniz; sanırım şimdi bu kitabı okuyor olmayabilirdiniz. Eğer üreme sisteminiz buna benzer bir kilidin açılmasına bağlı olsaydı, çocuklarınız olmayacaktı. Sober ve Davvkins için manidar olan, şifreli kilit sisteminin aslında eksiltilemez derecede karmaşık olduğu ve bunun da zaten böyl sistemlerin kesinlikle evrimsel bir süreçte gerçekleşmiş olamayacağıdır.

Teorinin destekçilerinin söylediği gibi evrim, bir amaca yönelik değn dir. Peki o zaman rastgele seçilmiş harfler grubunu karıştırdığımızda neden METHINKS1TISAWEASEL elde ederiz de, MYDARLINGCLEMENTINE ya da MEBETARZANYOUBEJANE ile karşılaşmayız? Diskler dönerken hangi güç harfleri durdurmakta, ve hangi harfte duracağına karar vermektedir? Rastgele mutasyonlarla açıklanan doğal seleksiyonu desteklemek yerine; Davvkins-Sober benzetmeleri tam tersini ispatlamaktadır: bunlar göstermektedir ki, eksiltilemez karmaşıklıktaki sistemleri yönlendiren akıllı bir tasarımcı olmalıdır. Burada ise tasarımcı (Sober), kendi aklındaki hedefi (şifreli kilit) elde etmek üzere sonuca doğru dilediği yönlendirmeyi yapar ve Ouija tahtasına yazıyor gibi hikayeler yazar. Burada açık olan böyle bir temelin, biyolojinin felsefesini oluşturmak için yetersiz olduğudur.

Bu verilen örneklerdeki hayati problemleri görmek önemlidir. New York Üniversitesi'nden kimya profesörü Robert Shapiro, Sober'in kitabının yayınlanmasından yedi yıl önce yazdığı *Origins: A Skeptics Gui-*

de to the Origin of Life (Hayatın Kökenine Şüpheci Bir Bakış) adlı kitabında, bu konuyu eleştirmektedir. Böyle tanınmış bir felsefecinin basit mantıksal problemleri görememesi ve bunu bir kimyacının hemen fark etmesi önemlidir.

KÖR NOKTA

Akıllı dizayn hakkındaki tartışmalarda, eksiklik argümanı en çok öne sürülen karşıt fikirlerden biridir. Kısaca şöyle özetleyebiliriz: Eğer yeryüzünde her şeyi planlayan bir tasarımcı varsa, o zaman her şeyi eksiksizce varetmiş olması gerekirdi bu yaklaşım. Bu fikir çeşitli kesimlerde popülerdir. Halbuki Diogenes'in görüşünün tam tersidir: bazı şeyler bizim düşündüğümüz gibi olmadığından, bu dizayna karşı bir delil olarak gösterilebilir.

Bu görüş bazı bilimadamları ve felsefeciler tarafından savunulmuştur, fakat özellikle Brown Üniversitesinden Kenneth Miller konuya değinmiştir:

> Akıllı dizayn teorisine yaklaşmanın bir başka yolu da, kompleks biyolojik sistemleri inceleyerek, hiçbir akıllı tasarımcının yapmayacağı hataları araştırmaktır. Akıllı dizayn sıfırdan başlayan bir yaratılışı savunduğuna göre, onun ürettiği organizmalar yaptıklarını en iyi şekilde gerçekleştirmelidir. Bunun tam tersi olan evrim, varolan sistemleri değiştirdiğinden, mükemmelliğe erişememelidir. Hangisi doğrudur?
>
> Akıllı dizaynı savunanların verdiği en iyi örnek olan göz, bir cevap vermektedir. Bu olağandışı organın müthiş özellikleri hakkında söyleyeceğimizi söyledik, fakat henüz onun dizaynına ait ışığa hassas ünitelerin arasındaki sinir hücrelerinin düzeni gibi. Özellikleri detaylarıyla incelemedik, Fotoreseptör hücreler retinada bulunmaktadır ve bir dizi bağlantılı hücre aracılığıyla impulsları iletirler. Bunlar ise bilgiyi optik sinire iletirler ve sonunda beyne ulaşır.
>
> Bu sinir hücreleri düzenini kuran akıllı bir tasarımcı en yüksek görüntü kalitesini oluşturacak sistemi kuracaktır. Hiç kimse şimdiye kadar sinir bağlantılarının retinanın arkasındaki yerleri yerine, fotoreseptör hücrelerinin önüne konmasını teklif etmemiştir – bu durumda ışık engellenmiş olur.
>
> İnanılmaz biçimde, insan gözlerindeki retina da en mükemmel biçimde dizayn edilmiştir.

Sinir hücreleri doğrudan retinanın duvarına bağlantılı olmalıdır, çünkü buradan gelecek fotoreseptör hücreleri tarafından üretilen impulsları beyne iletmelidir. Bu durumda retinada bir kör nokta bulunur – burada bulunan binlerce impuls taşıyan hücre, duyumsal hücreleri bir kenara sıkıştırmıştır.

Bunlardan hiçbiri gözün başarısız olduğu anlamında değildir. Bu müthiş enstrüman görevini başarıyla yerine getirmektedir. Akıllı dizayn teorisine giden anahtar yol bir organın veya sistemin iyi çalışıp çalışmadığı değil, fakat yapılarının bir dizayn eseri olup olmadığıdır. Gözün yapısal planı böyle değildir.[26]

Miller temelde karşılaşılan bir karışıklığı belirtmektedir; akıllı-dizayn teorisinin anahtarı "temel yapısal planın bir dizayn ürünü olup olmadığı" değildir. Fiziksel olarak birbirini etkileyen sistemlerin akıllı bir dizayn eseri olduğunu anlamak için, bunlardaki kusursuz, uzmanlaşmış eksiltilemez karmaşıklığı gözlemlemek gerekir – ayrı, ve uyumlu parçaların düzeni ve bunların başardığı fonksiyonun parçaların bağımsız faaliyetleriyle gerçekleştirilemeyeceği gibi. Dizaynın delili olarak moleküler sistemlerin incelenmesini tavsiye etmeme rağmen, Miller'in konu hakkında yazdıklarını kullanarak yukarıda ifade edilen eksiklik iddialarını açıklayalım.

Birinci temel problem, bu görüşün tamamıyla mükemmellik iddiasında olmasıdır. Bilindiği gibi, daha iyisini yapmayı bilen bazı tasarımcılar özellikle bunu yapmazlar. Örneğin imalat alanında, "eksik üretim" bilinen bir kavramdır – bir ürün özellikle eksikliklerle üretilir ve böylece çok uzun süre dayanmaz, bunun nedeni mühendislikte mükemmelliği elde edememek anlamında değildir. Bir diğer örnek de kendimden vereyim: Ben çocuklarıma en pahalı ve güzel oyuncakları almam, çünkü onları şımartmak istemem; ve onların bir liranın bile değerini anlamalarını isterim. Eksiklik iddiaları tasarımcının farklı amaçları hedefleyebileceğini göz önünde bulundurmaz, mühendislik harikalarını var etmek bazen ikinci sırada kalabilir. Tarih boyunca çoğu insan hastalıklar, ölüm ve diğer eksikliklere rağmen hayatın tasarlandığı fikrine katılmaktadır.

Eksiklik iddialarının karşılaşacağı bir başka problem de bunun, belirli olmayan bir tasarımcının psikoanalizine dayandırılması nedeniyledir. Tasarımcının yaptıkları hakkında hangi nedenleri esas aldığını kendisinin iletmesi dışında, bunu bilmemizin imkanı yoktur. Bir sanat galerisine girdiğinizde oradaki eserlerin hangi amaçlar doğrultusunda yapıldığını tam olarak bilemezsiniz (en azından ben). Tasarımda bize garip gelen bir özellik, belki de belirli bir amaca yönelik olarak oraya yerleştirilmiş-

tır. Sanatsal sebepler, çeşitlilik, gösteriş, fark edilemeyen pratik bir neden veya tahmin edilemeyecek bir sebep de olabilir. Bize garip gelebilir fakat yine de bir aklın ürünüdür. Bilimsel araştırmaların hedefi tasarımcının iç dünyasını incelemek değil, tasarımı görüp görmemektir. Diğer gezegenlerdeki uzaylıların dünyadan görebileceğimiz bazı yapılar inşa etmelerinin mümkün olabileceği tartışılırken, Freeman Dyson şunları yazmıştı:

> Burada motivasyon konusunu veya kimin neyi, niçin yapmış olabileceğini tartışmayacağım. İnsan türü neden hidrojen bombası yapmaya çalışıyor veya neden aya roket gönderiyor? Bunların sebeplerini açıklamak gerçekten zor.[17]

Uzaylıların diğer gezegenlerde canlılığı yaymaya çalışıp çalışmayacağı sorusunu Francis Crick ve Leslie Orgel şöyle değerlendirmektedir:

> Uzaydaki toplumların psikolojisi, dünyadakilerin psikolojisinden daha iyi anlaşılmamaktadır. Uzaylı varlıkların diğer gezegenleri bizim aklımıza gelen sebeplerden çok daha farklı nedenlerle ele geçirmesi muhtemeldir.[13]

Bu yazarlar, eserlerinde yer verdikleri görüşlerinde, tasarımcının amaçlarının bilinmemesine rağmen, dizaynın tespit edilebileceğini belirtmişlerdir.

Eksiklik argümanını savunanların bir başka problemi de, tasarımcının psikolojik değerlendirmelerini yaparak, evrime delil olacak sonuçlara varmalarıdır. Onların kullandığı mantık örgüsü şöyledir:

1. Tasarımcı omurgalıların gözünü, kör nokta olmadan da yapabilirdi.
2. Omurgalı gözünün kör noktası vardır.
3. Bu nedenle Darvvin'in evrim teorisi gözü yapmıştır.

Bunun gibi mantık örgüleri için *temelsiz* ifadesi kullanılabilir. Bilimsel yayınların hiç birinde, doğal seleksiyon veya mutasyonların, kör noktası olan bir gözü, göz kapağını, merceği, retinayı, rodopsin veya retinali yapabileceğine dair bir delili yoktur. Bu tartışmayı yapan kişi Darwin yanlısı bakış açısıyla duygusal bir yorum yapmış ve istediği sonuca varmıştır. Daha tarafsız bir gözlemci ise gözdeki kara noktanın bir insan tarafından oluşturulmasının mümkün olamayacağını söylerdi.

Ken Miller'in makalesi *Reader's Digest* gibi sosyal içerikli bir dergi için değil, *Technology Review* gibi teknoloji bilgilerini içeren bir dergi için hazırlanmıştır. Bu derginin okuyucularının teknik bir geçmişi vardır

ve bilimsel kavramları anlayıp, gereken sonuçlara varabilirler. Bu şekilde okuyuculara salt bilim yerine duygusal ve psikolojik mesajlar verilir ve hedeflenilen sonucun tam tersi elde edilir. Akıllı dizayn ve evrim arasında okuyucu kararını verecektir.

NE YAPIYOR?

Bir de, hiçbir-tasarımcı-bunu-böyle-yapmazdı gibi bir görüş vardır ve bu görüşün farklı şekilde yorumlanması gerekir. Kullanılan bir yapıda eksikliklerin olmaması gerektiğini söylemek yerine, yazar hiçbir kullanımı olmayan bir özelliğe dikkat çekmektedir. Genellikle bu özelliğe diğer türlerde de rastlanır ve bir zamanlar kullanılmış fakat fonksiyonunu yitirmiş bir şey olarak tanımlanmaktadır. Bazı organlar bu tartışmanın konusu olmuştur. Örneğin evrimci bilimadamı Douglas Futuyma, "mağara hayvanlarının ilkel gözlerini; yılan benzeri sürüngenlerin küçük bacaklarını; ve pitonların pelvis kemiklerini" söylemektedir.[J 9] Ben bir biyokimyacı olduğum için, moleküler örnekleri tercih ediyorum. Ken Miller, insanlarda farklı hemoglobinler oluşturan genler hakkında şöyle demektedir:

> Bu komplekslikteki beş gen bir dizaynın eşsiz örnekleri mi, yoksa evrimcilerin söylediği gibi tesadüf ve hataların sonucu mu? Oluşan yığın, hatta bunun içindeki altıncı (3-globift geni cevabı verir. Bu gen diğer beş gene neredeyse tıpatıp benzemektedir. Fakat. ne var ki bu gen hemoglobinin üretiminde rol almaz. Biyologlar böyle bölgelere "takma-gen" adını verir, çünkü ne kadar çalışan genlere benzeseler de, onların yaptıklarını yapamazlar."[20]

Miller okuyuculara der ki, takma-gende doğru sinyaller bulunmadığı için hücrenin makinaları onu proteine çevirememektedir. Daha sonra şöyle devam eder:

> Akıllı dizayn teorisi böyle fonksiyonsuz genlerin varlık sebeplerini açıklayamamaktadır. Ya da tasarımcının hatalı olduğunu düşünmek gerekir. Fakat bu durumda DNA üzerindeki bilgi gereksiz olacaktır. Evrim ise bu durumu, hatalı bir gen kopyalanması olarak açıklayabilir ve evrim geçiren canlılarda rastlanmasını olağan karşılar.[2^]

Bu argüman üç nedenden ötürü ikna edici değildir. Öncelikle bir yapının kullanım amacını henüz bulmamış olmamız, onun hiçbir işe yaramayacağı anlamına gelmez. Bademciklerin eskiden bir işe yaramadığı

düşünülmekteydi, fakat bağışıklık sistemindeki önemli rolleri daha yeni keşfedildi. Pitondaki pelvis de bizim bilmediğimiz bir görevi yerine getiriyor olabilir. Bu nokta moleküler düzeyde de geçerlidir; hemoglobin takma genleri veya diğerleri protein üretimi için kullanılmamalarına rağmen, bizim bilmediğimiz başka şeyler için kullanılıyor olabilirler. Burada masamda otururken aklıma gelen birkaç kullanım amacı; DNA replikasyonu sırasında hemoglobin genlerine bağlanarak DNA'nın sabitliğini sağlaması; DNA rekombinasyon olaylarının yönlendirilmesi; ve aktif genlerdeki protein faktörlerinin sıralanması olabilir. Bunların takma genlerin asıl görevleri olup olmadığı önemli değildir. Asıl önemli olan, Miller'in varsayımlarının sadece tahminler üzerine olduğudur.

Miller'in argümanlarının ikna edici olmamasının bir başka sebebi ise, takma-genlerin fonksiyonu olmamasına rağmen, evrimin de bunların var olmasıyla ilgili herhangi bir açıklama getirmiş olmamasıdır. Bir genin sadece takma bir kopyasının yapılması bile, bir düzine hassas proteinin kullanımını gerektirir: DNA sarmalının ikiye ayrılması, kopyalama işleminin doğru yerde yapılması ve takma kopyanın tekrar DNA'ya eklenmesi gibi. Miller ise makalesinde bu gelişmelerin nasıl evrimci bir yaklaşımla aşama aşama gelişebileceğini anlatamamıştır, ya da bilimsel yayınlarda buna referans olarak gösterebileceği bir kaynaktan da bahsetmemiştir. Bunu yapamamıştır, çünkü böyle bir bilginin varlığı söz konusu bile değildir.

Douglas Futuyma gibi kişiler, kullanılmadığını iddia ettikleri organları evrime delil olarak göstermiştir. Fakat o da aynı problemleri yaşamaktadır. Futuyma hiçbir zaman gerçek bir pelvisin veya gözün nasıl evrimleştiğini açıklayamamıştır, daha sonra bu organ kullanım dışı kalıyorsa hem bunun nedenlerini, hem de varoluş nedenlerini açıklamış olması gerekir. Burada dizayn ve evrim arasındaki tartışmanın tüm detaylarını vermem mümkün değil - daha doğrusu, dizaynın gerçekliği karşısında diğeriyle vakit harcamak istemem. Eğer fotokopi makinasına bir kağıt yerleştirirsem, bir anda düzinelerce kopyasını alabilirim; fakat hatalı bir kopya aldığımda ise bu fotokopi makinasının tesadüf eseri meydana geldiğini söylemem yanlış olacaktır.

Bunun gibi görünürdeki hatalar, kullanılmayan genler veya organları kullanarak bir takım sonuçlara varmak, Diogenes'in hatasını tekrar edecektir. Bazı şeylerin nasıl olması gerektiğini hayal ederek açıklamalara girişmek, bilimsel anlamda pek bir şey ifade etmeyecektir.

Miller'in neden hatalı olduğuna dair verdiğim üçüncü örnek kolaylıkla anlaşılabilir. Bu, iki ayrı fikrin karıştırılmasından kaynaklanmaktadır – hayatın akıllı bir dizayn eseri olduğu teorisi ve yaşamın çok genç olduğu teorisi. Dini gruplar bu iki görüşü de destekledikleri için, son yıllarda satır başlıklarından inmemişlerdir. Halkın çoğunluğu da bu iki fikrin birbirleriyle tamamen aynı olduğunu düşünmektedir. Ken Miler'in takma-genler hakkındaki görüşlerinde görüldüğü gibi ve onun vardığı sonuçların doğrulanabilmesi için, tasarımcının yeryüzünü yakın zamanda yaratmış olması gerekir. *Fakat bu akıllı dizayn teorisinin bir parçası olmak zorunda değildir.* Hayatın özelliklerinin bir dizayn eseri olduğunu anlamak, bu tasarımın ne zaman gerçekleştiğini bilmeyi gerektirmiyor. Rushmore Dağı'ndaki insan figürlerini gören bir çocuk buranın tarihçesini bilmese de, tasarlandığını hemen fark edebilir. Ya onun gelmesinden bir gün önce, ya da zamanın başından beri orada olmalılar. Bir sanat müzesinde binlerce yıl önce Mısır'da yapıldığı söylenen bronz bir heykel sergilenebilir – daha sonra teknolojik yöntemlerle yapılan çalışmalarda bunun böyle olmadığı ortaya çıkar. Her iki durumda da, bronz heykel akıllı bir tasarımcının ürünüdür.

KARMAŞIK BİR DÜNYA

Biyolojik gelişmelerin tamamı, akıllı bir dizayn olduğuna destek verecek niteliktedir. Harvard Üniversitesi'nden Stephen Jay Gould, pandanın "parmağı" üzerine araştırmalar yürütmüştür. Dev panda, bambulardan oluşan bir beslenme şekline sahiptir. Bambu saplarındaki yaprakları temizlemek için bunları pençesiyle yakalar ve bileğinden çıkan bir çıkıntıdan faydalanır. Bunun yanısıra diğer beş parmağı da bulunmaktadır. Gould'a göre tasarımcı pandaya gerçek bir parmak daha verecektir, böyle olmadığından parmağın evrimleşmiş olması gerekir. Fakat Gould'un çıkarımları daha önceden açıkladığım problemleri içermektedir. O, tasarımcının kendisi gibi düşüneceğini varsaymaktadır, ve pandanın bu parmağının daha farklı bir biçimde tasarlanmış olması "gerektiğini" düşünmektedir. Daha sonra bu yaklaşımlarını, evrime delil olarak kullanır. Fakat Gould fikirlerini desteklemek için bilimden faydalanmamıştır: pandanın bileğinden çıkan uzantının canlıya ne şekilde yardımcı olduğuna dair hiçbir hesaplama yapmamıştır; kemik şeklinde değişim olmasının hayva-

nın davranış biçimini nasıl etkileyeceğini düşünmemiştir; ve pandaların pençeleri olmadan önce nasıl beslendiklerinden de söz etmemiştir. Daha doğrusu, bir hikaye uydurmaktan başka bir şey yapmamıştır.

Şimdilik bu soruları bir kenara bırakalım ve hikayenin gerçekleşmiş olduğunu düşünelim. Böyle düşünsek bile, Gould'un panda senaryosu neden akıllı dizayn teorisiyle çelişir? Pandanın parmağı, kara bir kutudur. Pandanın parmağının varoluşunda, hücrenin içinde yeni bir eksiltilemez karmaşıklıkta sistem oluşmamış olabilir. Önceden varolan sistemlerin – kaslardaki proteinleri, sinir hücrelerini ve kemiklerdeki proteinleri oluşturan sistemlerin – yeterli olabileceğini düşünelim. Hatta şans eseri meydana gelen bir olayla, bir kemik çıkıntısının meydana gelebileceğini bile düşünebiliriz. Doğal seleksiyon da bu durumda böyle yeni bir yapıya destek vermiştir. Eğer bir biyokimyasal veya biyolojik sistemin tüm parçaları bilinmemekte veya nasıl çalıştığı açıklanamamaktaysa, dizayn teorisinin bu konuda söyleyebileceği hiçbir şey yoktur. Şans olaylarının böyle bir gereksinmeyi yerine getirmediği açıktır. Bu nedenle akıllı dizayn teorisi, pandanın pençesiyle huzur içinde yaşayabilir.

İçinde yaşadığımız karmaşık dünyada birçok farklı şey meydana gelebilir. Çeşitli kayaların nasıl oluştuğuna veya şekillendiğine karar verirken, bi jeolog çeşitli faktörleri göz önüne almalıdır: yağmur, rüzgar, buzullar, yosun ve likenler, volkan faaliyetleri, nükleer patlamalar, göktaşları, veya bi heykeltıraş. Kayalardan birini bir mekanizma, diğerini ise bir başkası oluşturmuş olabilir. Bir meteorun etkili olmuş olması, volkan faaliyetlerini gözardı edemez; heykeltıraşların bir kayayı yontması, havanın etkin olmadığı anlamına gelmez. Benzer şekilde evrimci biyologlar hayatın birçok faktörden etkilenmiş olabileceğini düşünmektedirler: ortak atalar, doğal seleksiyon, göç, nüfus sayısı, kurucu etkileri (yeni bir organizmada meydana gelen etkiler), genetik kayma (nötr, etkisiz mutasyonlar), gen hareketleri (bir toplumdan başka bir topluma geçen genler), mayoz hareketler (bir organizmanın ebeveynlerinden aldığı genin belirlenmesi), transpozisyon (eşeysiz üreme yoluyla genlerin türlerin arasında geçişi) ve diğerleri. Biyokimyasal sistemlerin akıllı bir tasarımcı tarafından dizayn edilmiş olması, diğer faktörlerin işlevsel veya önemli olmadığı anlamına gelmez.

PEKİ BİLİM NE YAPACAK?

Dizaynın buluşu ile, hayatın gerçekleri açıklanırken hangi faktörlerin göz önüne alınması gerektiği anlaşılmış oldu. Peki akıllı bir tasarımın

varlığı, bilimin diğer dallarında nasıl bir etki yaratacak? Hücre seviyesinde veya diğer üst alanlarda çalışmalar yapan biyologlar, bu araştırmalarına devam edebilirler. Hücredeki dizayn çok açıktır, fakat daha üst seviyelerde açıklanması daha karmaşıktır. Bu nedenle paleontoloji, karşılaştırmalı anatomi, popülasyon genetiği ve biyocoğrafya alanlarında araştırma yapanlar, moküler biyoloji alanında yapılan çalışmaları görmelidir. Dizayn ihtimali ile hareket edecek bilimadamları. bir biyolojik özelliğin neden ortaya çıkmış olabileceğini araştırırken iyice düşünmelidirler ve hemen mutasyon veya transpozisyon diyerek işin içinden çıkmamalıdırlar. Bir mekanizmanın belirli bir biyolojik özelliği oluşturduğu iddia edilecekse, bunun için detaylı modellerin oluşturulması gerekir.

Danvinci evrim teorisinin aksine, akıllı dizayn konusu modern bilimde yenidir. Bu nedenle cevaplanması gereken birçok soru, ve yapılması gereken birçok araştırma mevcuttur. Özellikle moleküler düzeyde araştırma yapanların tasarımın detaylarını ortaya koymaları gerekecektir. Dizayn sonucuna varmak için, bir moleküler sistemin birbirini etkileyen parçaları belirlenmeli ve oynadıkları rol açıklanmalıdır. Ayrıca bunların kesinlikle birbirlerinden ayrılamayacağı açıklanmalıdır. Bir sistemde akıllı dizaynın olmadığını iddia etmek içinse, bunda kesinlikle eksiltilemez bir karmaşıklığın bulunmadığının ispatı ve parçaları arasında uyumsuzluğun belirlenmesi gerekir. Tasarımın genel hatlarını çizmek için ise, sistemin genel gelişimi ile ilgili deneysel veya teorik aşamaların sıralanması ve incelenmesi gerekir.

Gelecekte yapılacak araştırmalar farklı yönlerde gelişebilir. Dizayn eseri olan sistemlerin uzun süre değişmeden kalıp kalmayacağı konusu için çalışmalar yapılması gerekir. En basit olduğu öne sürülen tek hücreli canlının içinde, varolan tüm canlıların gelişimi ile bilgi kodlanmış mıydı? DNA üzerinde böyle bir bilginin kodlanmasmın mümkün olup olmadığını ölçmek için araştırmalar yapılmalıdır. Eğer DNA bunun için yetersiz görünürse, hücre içinde başka bir yerde bilginin saklı durabilme becerisi olup olmadığı deneylerle belirlenmelidir. Diğer araştırmalar ile birden fazla eksiltilemez karmaşıklıkta sistemlere sahip organizmaların aşamalı bir evrim sürecinden geçip geçmediği açıklığa kavuşturulmalıdır.

Yukarıdaki sorular dizayn ile ilgili ilk akla gelenler olabilir. Şüphesiz bu konuyla daha fazla bilimadamı ilgilenmeye başladıkça, daha ilgi çekici çalışmalar yapılacaktır. Kesin sonuçlar gerektiren sorulara karşı sessiz kalmış bilim, akıllı dizayn sayesinde tekrar konuşmaya başlayacak ve her soruya açık ve net cevaplar verebilecektir. Akıllı dizaynın keşfiyle

hareketlenen entelektüel rekabet ve tartışmalar, profesyonel anlamda bilimsel literatüre daha kesin analiz yapma imkanı verecek ve yine kesin deliller ortaya konacaktır. Teorinin ışıldattığı deneysel gelişmeler sayesinde yeni hipotezler geliştirilebilecektir. Yıllardır ölü kalmış bilimsel çalışmalar, akıllı dizayn teorisi sayesinde tekrar hayat bulacaktır.

BÖLÜM 11

BİLİM, FELSEFE, DİN

İKİLEM

Son kırk yıl içinde, modern biyokimya sayesinde hücrenin sırları ortaya çıktı. Fakat bu gelişme çok büyük zorluklarla elde edilmiştir. Onlarca ve hatta binlerce insan, hayatlarının büyük kısmını laboratuvarlarda yaptıkları çalışmalara ayırmıştır. Cumartesi geceleri lastik ayakkabılarının çözülmüş bağlarını fark etmeden laboratuvarlarda çalışan gençler; günde on dört saat ve haftada yedi gün çalışan lisans üstü öğrencileri; çocuklarını bile unutmak zorunda kalan profesörler – bu insanlar bilimin ilerlemesi için çaba göstermektedir. Modern biyoloji alanında bildiklerimizin tamamı, proteinlerin incelendiği, genlerin klonlandığı, elektron mikrograflarının çekildiği, hücre kültürlerinin yapıldığı, yapıların belirlendiği, dizilimlerin karşılaştırıldığı, parametrelerin değiştirildiği ve kontrollerin yapıldığı deneylerden alınan .sonuçların uç uca eklenmesiyle elde edilmiştir. Gazeteler yayınlanmış, sonuçlar değerlendirilmiş, yorumlar yazılmış, yeni fikirler ortaya atılmıştır.

Hücrenin araştırılmasında kolektif olarak yapılan çalışmaların sonucu – hayatın moleküler seviyede incelenmesi – güçlü, açık ve çarpıcı bir "*dizayn!*" görüşünü ortaya çıkarmıştır. Sonuç o kadar açıktır ki, bilim tarihindeki en büyük gelişmelerden birisi olarak değerlendirilmelidir. Bu buluş Nevvton, Einstein, Lavoisier ve Schrödinger, Pasteur ile Darwin'in öne sürdüklerine meydan okumaktadır. Hayatın akıllı bir dizaynın eseri olduğu görüşü, dünyanın güneşin etrafından döndüğünün, hastalıkların bakterilerce oluştuğunun, ya da radyasyonun kuanta denilen parçacıklarla yayıldığının belirlendiği an kadar önemlidir. Yıllarca yapılan çalışmalar sonucunda harcanan onca çaba ardından elde edilen bu zafer, tüm dünyadaki laboratuvarlarda şenlikli kutlamalara yol açacaktır. Bilimin bu buluşu ile on binlerce ağızdan "Eureka!" çığlıkları gelecektir.

Hatta bu olayı kutlamak üzere eller çırpılacak, yüzler gülecek ve bir gün işten izin bile alınabilecek!

Fakat hiç bir kutlama yapılmadı, eller çırpılmadı. Hücredeki aklın ortaya çıkışının ardından, bu karmaşıklık sessizlik ve utanç dolu bir tereddütle karşılanmıştır. Bu konu halk arasında tartışıldığında nefesler hızlanıyor ve insanlar ayaklanmaya başlıyor. Aslında tek başlarınayken, insanlar rahat ve mutlu bir tepki verirken, toplum içindeyken kafalarını sallayıp her şeyi oluruna bırakıyorlar.

Bilimsel çevreler, neden bu müthiş buluşu kabullenemiyor? Dizaynın gözlemlendiği bu gerçeklik, neden entellektüellerce sahiplenilmiyor? Bu ikilem şurada yatıyor, filin bir tarafı akıllı dizayn derken, diğer tarafı da Yaratıcı'yı gösterecektir.

Bilimadamı olmayan birisi şu soruyu soracaktır: öyleyse ne olur? Bir yaratıcının varlığı çoğunluk tarafından kabul görmektedir – hatta daha da fazlası. Yapılan araştırmalarda Amerikalıların yüzde 90'ının Allah'a inandığı belirlenmiştir. Hatta bunların yarısı da düzenli olarak dini görevlerini yerine getirmektedirler. Politikacılar da özellikle seçim zamanlarında bu konuyu gündeme getirerek artı puan toplamaktadır. Çoğu takım kaptanı, maç öncesi takımıyla beraber dua eder; müzisyenler beste yapmadan önce, ressamlar resim yapmadan önce ve işadamaları da. Hastane ve havaalanlarında ibadethaneler vardır, Ordu ve Kongre'de de din adamları hazır bulunmaktadır. Toplum olarak Martin Luther King gibi insanları onurla anarız ve onların inançlarının dini yönünü destekleriz. Halkın bu derece onayı olmasına rağmen, bilim neden herkes tarafından zaten onaylanan bir teoriyi kabullenmekte güçlük çekiyor? Bunun çeşitli sebepleri var. Bunlardan ilki söylemeye çekindiğimiz bir gerçek – şovenizm. Diğeri ise bilimin pek tanımadığı felsefi ve tarihi yaklaşımlar nedeniyle. Bu nedenler bir şekilde birbirleriyle etkileşiyorlar, fakat biz şimdi bunları ayırmaya çalışalım.

SADAKAT

Hayatlarını asil bir arayışa adayan insanlar sık sık buna şiddetle sadık hale gelirler. Örneğin, bir üniversite profesörü insanları eğitmek saygıdeğer bir hizmet olduğu için, bütün hayatını okulunu güçlendirmeye adayabilir. Bir ordu komutanı ise, bir kişinin ülkesini savunması kıymetli bir amaç olduğu için, verdiği hizmeti iyileştirmeye çalışacaktır. Ancak bazen belli bir kuruma duyulan sadakat, kurumun hizmet ettiği amaçla

bir çıkar çatışmasına neden olabilir. Hava kuvvetlerinin ilk hareketi görene dek bekletilmesi sağduyuya daha uygun olacakken, komutan zafer kazanması için ordusunu savaşa sokabilir. Üniversitenin başkanı, ülkedeki kongre üyelerini başka bir yerde eğitmek daha faydalı olacakken, kampüste yeni bir binanın inşaatına federal kaynak ayırmalarını sağlayabilir.

Bilim de şiddetli sadakate neden olabilecek asil bir arayıştır. Bilimin amacı – oldukça ciddi bir teşebbüs olarak – fiziksel dünyayı açıklayabilmektir. Ancak diğer akademik bilim dalları (özellikle felsefe ve teoloji) dünyayı oluşturan parçaları açıklamakla ilgilidirler. Çoğu zaman bu disiplinlerin birbirinin yolundan çekilmesine rağmen, çatıştıkları da olabilir. Bazı insanlar ise bu görüşleri hizmet etmesi gereken amaçtan üstün tutabilirler.

Disipliner şovenizmin iyi bir örneği Robert Shapiro'nun *Origins: A Skeptic's Guide to Creation of Life on Earth* (Kökenler: Bir Şüphecinin Dünyada Hayatın Yaratılışı ile İlgili Kılavuzu) isimli kitabı verilebilir. Shaphiro sadakatini "fiziksel dünyayı açıklama" amacına değil, bilime gösterir:

> Gelecekte bir gün bütün mantıklı kimyasal deneyler hayatın muhtemel kökeninin tamamıyla hatalı olduğunu gösterebilir. Dahası, yeni jeolojik kanıtlar dünya üzerinde ani bir hayat oluşumunu gösterebilir. Son olarak tüm kainatı keşfedip başka bir yerde bir hayat izine veya hayata neden olabilecek bir sürece rastlamayabiliriz. Böyle bir durumda bir takım bilimadamları cevap için dine başvurabilirler. Ancak benim de dahil olduğum diğerleri, elde olan daha az muhtemel bilimsel açıklamaları kalanlardan daha mümkün olan bir tanesini seçebilmek amacıyla ayıklamaya çalışacaklardır. [1]

Shapiro neşeyle işlerin şimdi çok açık gözükmediğini söylemekte ve bu noktaya kadar söylediği her şeyle çelişmektedir. Bütün deneylerin 'şüphe götürmez bir şekilde başarısız olduğu', Ness Canavarının var olmayışının tamamıyla ispatlandığı bir zamanının olamayacağı bilgisine dayanarak rahat edebilir. Ve bütün kainatın tam olarak keşfedileceği zamanın da günümüzden çok uzakta olduğunu düşünmektedir.

Şimdi ise eğer bütün muhtemel hipotezler elenirse, tamamıyla farklı bir açıklamaya başvurulabilir diye düşünülebilir. Her şeyden öte, hayatın kökeni tarihsel bir olaydır, kanserin tedavisi gibi bilimin başarıncaya kadar denemeye devam edeceği bir şeye benzemez. Belki de hayatın kö-

keni Shapiro'nun umduğu gibi gelişigüzel kimyasal reaksiyonların bir sonucu değildir. Hayatı üretmek için kullanılan mekanizmaların bilgisinin asla ulaşamayacakları bir yerde olabileceği düşüncesi pek çok bilimadamı için gerilim yaratmaktadır. Ancak bir teoriye karşı duymuş olduğumuz memnuniyetsizliğin, elimizdeki verileri adil değerlendirmemizi engellemesine izin vermemeliyiz.

Bir kuruma sadakat iyi bir şeydir, ancak sadece sadık olmak savunulması gereken tek şey değildir. Hayatın kökenleri teorileriyle ilgili bilimsel şovenizm, düşünülmesi gereken önemli bir olaydır. Ancak akıllı tasarım açısından değerlendirildiğinde, hayatın kökeni adına ortaya atılan teoriler entelektüel anlamda hiçbir önem taşımamaktadır.

TARİH DERSİ

Bilimin fil ile ilgilenmekteki isteksizliğinin ikinci nedeni tarihten kaynaklanır. İlk kez ortaya atıldığı zaman bazıbilim adamları, Darwin'in evrim teorisi ile ilgili olarak bazı teologlarla çatıştılar. Bazı bilimadamları ve teologlar, Darvvin' in evriminin belki de dinin temel inançları ile uzlaştırılabileceğini düşünseler de, basın daima çatışmalar üzerine yoğunlaşmaktadır. Darvvin' in kitabı basıldıktan bir yıl sonra Anglikan piskoposu Samuel Wilberforce, bir bilimadamı ve aynı zamanda evrimin güçlü bir savunucusu olan Thomas Henry Huxley ile tartışmaya girince, her şey karıştı. Anlatıldığına göre iyi bir teolog ama kötü bir biyolog olan piskopos konuşmasını şunu sorarak bitirmişti: "Bilmek istiyorum, Huxley anneanne mi yoksa büyükbaba tarafından mı maymundan geldiğini söylemektedir?" Huxley cevap olarak "Tanrı onu benim ellerime verdi" diye mırıldanarak izleyiciye ve piskoposa uzun bir biyoloji dersi vererek devam etmişti. Sunuşunun sonunda Huxley anne mi yoksa baba tarafından mı maymunlardan geldiğini bilmediğini belirtmiş, ancak piskoposun kullandığı gibi bir akla sahip olacağına, maymunlara benzemeyi tercih ettiğini söylemişti. Kadınlar bayılmış, bilimadamları neşelenmiş ve gazeteciler ertesi günkü başlıkları şu şekilde atmak için koşuştur muşlardı: "Bilim ve Teoloji arasındaki Savaş".

Amerika'da bilimin teoloji ile ilgisinin, halk tarafından algılanmasını sağlayan olay Scopes duruşması olmuştur. 1925 yılında Tennessee Dayton'da küçük bir kasabanın biyoloji öğretmeni olan John Scopes, daha önce yayınlanmış olan evrim teorisini öğretmeyi yasaklayan yasayı çiğnediğini belirterek gönüllü olarak tutuklanmak istemiştir.

Ünlü avukat Clarance Darrow'un savunma tarafı ve üç kez başkanlık adaylığı seçimlerini kaybeden William Jenningg Bryan'ın iddia makamı olarak katılmaları, medyanın ilgisini garantilemişti. Scopes'un ekibinin davayı kaybetseler bile tutuklanmaları, sadece teknik bir mesele olmuştu. Önemli olan kamuoyunda din ve bilim arasında bir çekişme havası oluşturulmasıydı.

Scopes davası ve Huxley-Wilberforce tartışması, çok önceleri gerçekleşmişti ancak son zamanlardaki diğer olaylar bu çekişmeyi ayakta tutmaya devam etmektedir. On-yirmi yıl önce dinsel nedenlerle dünyanın daha genç olduğunu düşünen gruplar, okullarda bu görüşlerinin çocuklara öğretilmesini istemişlerdi. Bu duruma dahil olan sosyolojik ve politik faktörler (dinsel özgürlük, ebeveyn hakları, eğitim üzerinde hükümet kontrolü ve federal kanunlara karşı devlet yasaları gibi güçlü ama farklı konular) oldukça karmaşık olmakla birlikte, söz konusu tartışma zemini çocuklarla ilgili olduğundan, olay duygusal bir boyuta indirgenmişti.

Dünyanın yaşı fiziksel ölçümlerle bulunabileceği için, pek çok bilimadamı doğal olarak dini grupların kendi uzmanlık alanlarına girdiklerini düşünmüşler ve delil göstermeye çağırmışlardır.

Dini gruplar daha genç bir yeryüzünü desteklediğini iddia ettikleri kanıtları öne sürünce, bilimadamları bunları reddederek yetersiz ve ön yargılı olarak nitelendirildiler. Her iki taraf da öfkelenmiş ve ilişkiler giderek kötüleşmişti. Hatta bu kötü ilişkilerin bir kısmı kurumsallaşmıştı bile. Örneğin, yaklaşık on iki yıl önce kurulan Ulusal Bilim Eğitimi Merkezi isimli organizasyon - birkaç eyalette yaratılışla ilgili ılımlı kanunlar geçirilirken- kamu okul politikalarını etkileyen yaratılışçılarla savaşmak için kurulmuştu.

Bu çatışmalar günümüze dek ulaşmaktadır. 1990 yılında *Scientific American* dergisi, Forrest Mims isimli bir bilim yazarına dergisinin amatör bilimadamları için hazırladığı ekine yazı yazması için istekte bulundu. "Amatör Bilimadamı", ampullerin boyutunu ölçmek, portatif güneş gözlemevleri kurmak ve yeryüzü hareketlerini kaydetmek için ev sismografları yapmak gibi hobileri bilimle ilgili olanlara eğlenceli konular hakkında bilgi vermekteydi. Eğer editörler ve okuyucular yazılarını beğenirse, Mims kalıcı bir yazar olarak çalışacaktı. Deneme yazıları oldukça iyi gitti, ancak Mims son bir mülakat için New York'a çağrıldı ve evrime inanıp inanmadığı soruldu. Mims inanmadığını, İncil'de geçen yaratılışa inandığını belirtti.

Dergi onu işe almayı reddetti. Mims'in özelliklerinin iyi olmasına ve evrimle ilgili bir yazı yazmaya niyeti de olamamasına rağmen, dergi ekibi arasında bir yaratılışçının bulunmasının bilimadamları arasındaki üne zarar getirmesinden korkulmuştu. Şüphesiz, *Inherit the Wind* (Scopes davasına benzer bir temayı işleyen bir film) filminden sahneler, yaratılışçılar ve onların politik düşmanları arasındaki savaşlarla ilgili haber başlıkları, derginin editörlerinin gözlerinin önünden geçmişti. Mims olayı gibi geniş perspektifte anlatılan küçük tartışmalar – dünya üzerindeki hayatın nasıl oluştuğu hakkında gerçek entelektüel sorularla bir ilgisi olmamasına rağmen – bilim ve din arasındaki tarihi savaşı körüklemekte ve pek çok insanı o veya bu kampa dahil olmaya zorlamaktadır.

Bilimadamlarının dinsel gruplarla çarpıştığı tarihi olaylar gerçekten yaşanmıştır ve bazı duygusal tepkiler doğurmaktadır. Bu insanların oluşturduğu iki grubun arasındaki askersiz barışçı bölgenin korunması ve dayanışmanın sağlanması gereklidir. Ancak bilimsel şovenizm gibi tarihsel çekişmelerin de hayatın gelişimi ile ilgili bilimsel anlayışa katkısı tamamen sıfırdır. Biyokimyanın buluşlarının tarihin gölgesinde kalmadan değerlendirebileceğini çocuksu bulduğumdan, böyle bir şeyin gerçekleşmesini ümit etmiyorum ama yine de mümkün olduğunca bu şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şovenist ve tarihsel argümanların tersine, akıllı dizaynı kabul etmeyen felsefi argümanların daha elle tutulur iddiaları vardır; en azından konularla duygusal değil entelektüel seviyede ilgilenirler. Öne sürülen bir kaç farklı felsefi yaklaşım mevcuttur. Şimdi bunları inceleyelim.

KURAL

Richard Dickerson protein ve DNA üzerinde kristalografik (X-ışınları) röntgen ışınlarıyla yapılan çalışmalarda uzmanlaşmıştır. Kendisi Ulusal Bilimler Akademisinin seçkin biyokimyacılarından biridir. O ve laboratuvarının çalışanları, canlılardaki moleküllerinin anlaşılması için önemli katkılarda bulunmuşlardır. Birleşik Devletlerdeki en ünlü bilimadamı olmasa da, buluşları çarpıcıdır. Ancak Dickerson, pek çok açıdan kendini tamamıyla bilime adamıştır. Laboratuvarında gece gündüz bilimsel çevrelerin saygıdeğer bir üyesi olacağı günü hayal ederek çalışırken, yüzlerce üniversite öğrencisinin hayal ettiği türden bir profesyoneldir.

Dickerson'un yayınlanmış fikirleri, bilimadamlarının din dünyasını nasıl gördüklerini çok hoş bir şekilde yansıtır. Birkaç yıl önce Dickerson,

bilim ve din üzerindeki görüşlerini özetleyen bir makale yazmıştı ve bu makale hem Journal of Molecular Evolution (bir bilim dergisi), hem de Perspectives on Science and Christian Faith (Evanjelik Hıristiyan bilim adamlarının üyesi olduğu Amerikan Bilim Birliği tarafından yayınlanan bir dergi) dergilerinde yayınlanmıştı. Dickerson'ın yorumlarını sadece kendi fikirlerini paylaşan kişilere yöneltmediğini söylemek dürüst bir sonuç olacaktır. Düşündüklerinin mantıklı ve ikna edici olduğunu, farklı görüşleri taşıyan kişilere anlatabilmek için çaba göstermekteydi. Pek çok bilimadamının bilime bakış açısıyla uyuştuğu için, Dickerson'ın makalesi akıllı dizaynın bilime nasıl uygun olduğunu göstermek açısından faydalı bir çıkış noktası oluşturmaktadır:

> Bilim, temelde, bir oyundur. Bir tane temel ve üstün kuralı olan bir oyun.
>
> 1. Kural: Fiziksel ve maddesel evrenin davranışlarını tamamıyla fiziksel ve maddesel nedenlerle, doğaüstü imalara yer vermeden, nereye ve hangi sınıra kadar açıklayabiliriz.
>
> Pozitif bilim, doğaüstünün varlığı veya yokluğu ile ilgilenmez. Yalnızca bu faktörden bilimsel açıklamalarda bahsedilmemesini ister. Özel amaçlı mucizeleri açıklama olarak kullanmak entelektüel bir 'kandırmaca' oluşturur. Bir satranç oyuncusu rakibinin şahını fiziksel olarak satranç tahtasının üzerinden almaya ve turnuvanın ortasında kırmaya güç yetirebilir. Ancak bu onu bir satranç şampiyonu yapmayacaktır, çünkü kurallar takip edilmemiştir. Bir koşucu oval yarış pistinin orta yerinden bir kestirme yaparak daha hızlı koşan arkadaşını geçmeye niyetlenebilir. Ancak bunu yapmak istemez, çünkü bu şekilde sporun kurallarına göre kazanamayacaktır.[3]

Dickerson'un dediklerini şu şekilde yeniden özetleyebiliriz: Bilim sadece doğal nedenleri çağrıştırmalıdır ve sadece doğa yasalarına göre açıklanmalıdır. Bu açıklama *'bakalım nereye kadar'* deyiminin yeni bir yorumu olarak algılanabilir.

Dickerson makalesinde, bilimsel kanıtlar doğaüstünün doğayı asla etkilemediğini göstermiştir dememektedir, (doğaüstünün tanımıyla ilgilenenler bu kelimeyi "üstün bir akıl"la değiştirebilirler) Bunun yerine prensip olarak bilimin bunu ima etmemesi gerektiğini savunmaktadır. Net bir şekilde doğru da olsa yanlış da, olsa ima edilmemelidir denmektedir. Dickerson'un Amerikan Bilim Birliğine üye olduğunu, dolayısıyla Tanrı'ya inançlı olduğunu belirtmek değerlendirmemizle ilgilidir. Doğanın ötesinde bir şeyin var olmadığını düşünmesini gerektirecek gerçekçi bir

nedeni yoktur, ancak doğal bir olay için doğaüstü bir açıklama sunmanın bilimsel olmadığını düşünmektedir.

(Yaratıcıya veya doğanın ötesinde bir gerçekliğin varlığına inanan bilimadamları popüler medya hikayelerinin anlattığından çok daha fazla sayıdadır - genel nüfusun %90'ını oluşturan inançlıların, bilimadamları arasında farklı olduğunu düşündürecek bir neden yoktur. Bir önceki bölümde argümanlarını incelediğimiz Ken Miller benim gibi bir Katoliktir ve topluma hitaben yaptığı konuşmalarda, evrim teorisinin kendi dini görüşleriyle uyumlu olmadığını söylemektedir. Uyumlu olmadığı konusunda onunla, aynı fikirdeyim[4]. Ancak uyumlu olması veya olmaması, Darwin'in biyokimyasal sistemlerin evrimi tezinin doğru olup olmadığı ile bir ilgisi yoktur.)

Dickerson'ın argümanının aslında bilimsel olmadığına dikkat çekmek gerekir, çünkü bu sonuç, bir laboratuvardaki deney sonucunda keşfedilmemiştir. Kimyasalların test tüpünde karıştırılmasının bir sonucu değildir ve test edilebilir bir hipotez değildir. Tersine, argüman felsefidir. İyi bir felsefe olup olmadığını anlayabilmek için daha yakından inceleyelim.

Pek çok insan, "bilimin temelde bir oyun olmasından" şaşkınlık duyacaktır. Yılda birkaç milyar doları bilimi desteklemek için ödeyen vergi mükellefleri de şaşıracaklardır. Büyük bir ihtimalle paralarının kanser, AIDS ve kalp hastalıklarına çare bulunması için harcandığını düşünüyor olabilirler. Onlar bilimin, şu anda sahip oldukları veya yaşlanınca yakalanma ihtimalleri olan hastalıkları tedavi edebilmesini istemektedirler, gerçekle ilgisi olmayan bir oyunu oynamasını değil. Darwin, Newton veya Einstein'ın bilimi bu şekilde değerlendirdiğinden şüpheliyim. Bilimin devleri gerçek dünyayı öğrenmeye duydukları açlıkla motive olmuşlardı ve bir kısmı (Galileo gibi) bilgisinin bedelini ödedi. Ders kitapları bilimi bir oyun gibi değil, gerçeğin asil bir arayışı olarak sunarlar. Bir vergi mükellefinden, önde gelen bilimadamlarına kadar pek çok insan bilimi bir oyun gibi değil, *fiziksel dünya ile ilgili doğru çıkarımlar yapmak ciddi çabalar olarak değerlendirecektir.*

Bilim bir oyundur iddiası gerçekçi bir inceleme olarak bile değerlendirilmeyebilir. Sorgulandığı takdirde kimse ciddi olarak bu fikri uzun süre savunmayacaktır. Richard Dickerson'un kendisi bile iddialarını şüpheci bir izleyici grubunun önünde savunmak zorunda kalsa, hemen geri adım atacaktı. Açıkça görülüyor ki, Dickerson'un aklında başka bir şey vardır. Belki de bilimin de bir oyun gibi kurallara bağlı olduğunu demek istemektedir. Ceza davaları ve politik kampanyalar gibi diğer ciddi faali-

yetler de kurallara bağlıdırlar. Bilim de mi? Peki eğer öyleyse kuralları nelerdir?

İkinci soruya biraz daha eğilelim. Dickerson sadece bir tek kuraldan, doğaüstünü yasaklayan kuraldan bahseder. Bunu nereden elde etmiştir? Bir ders kitabında mı yazılıdır? Bilimsel toplulukların yan kurallarından birisi midir? Hayır, elbette değil. Ülkenin bütün önde gelen üniversitelerin bilimsel eğitim için kullanılan ders kitaplarını inceleyebilirsiniz, ancak "tanımlayıcı ve genel kabul gören tek kural'a rastlayamayacaksınız. Hatta bilimin nasıl yapılması gerektiğini anlatan (güvenlik kuralları, dürüstlük ilkesi ve benzerleri dışında) diğer başka genel kurallara da rastlamayacaksınız.

Yine de Dickerson'un kuralının bize nasıl yardımcı olabileceğini inceleyelim. Bu kural bize hangi konuların bilimin gücünün ötesinde olduğunu söyleyebilir mi? Gerçek bilimi sahte bilimden ayırmak için gerekli kuralları mı belirlemektedir? Bilimin bir tanımını mı yapmaktadır? Bütün bu soruların cevabı hayırdır. Birkaç yıl önce Nobel ödüllü bir bilimadamının makalesi, prestijli bir bilim dergisinde yayınlanmıştı: Makale, evrimsel üreme stratejileri açısından diğerlerine (mesela Rahibe Teresa'ya) yardım etmek amacıyla çocuk sahibi olmaktan vazgeçenlerin mantığını incelemekteydi.[5] Bu tür bir 'bilim', Dickerson'un kuralına karşı gelmemektedir. Dickerson'un tek önemli ve tanımlayıcı kuralı, 19. yüzyıl frenoloji bilimini (insanların zeka seviyesini ve karakterini kafatası şeklinden ayırt etme) hoş görüyle karşılayacaktır. Bu kural bize, tarih bilimi olan Marksizm ve zihnin bilimi olan Freudianizm'in geçerliliği hakkında rehberlik yapamayacaktır. Kural bize hasta insanları sülükle tedavi etmenin veya ateşi düşürmek için kan akıtmanın işe yarayıp yaramayacağını söylemeyecektir. Öyle görünüyor ki, yalnızca maddesel güçleri çağrıştırdıkları zaman ne kadar anlaşılmaz ve bulanık olsalar da, pek çok şey 'bilim' başlığı altına sığınabilir.

Aslında, Dickerson'un kuralı "müşteri her zaman haklıdır" benzeri mesleki bir aforizmaya benzemektedir. Bu eski profesyonellerin yaşadıkları ve sanırım işe yaradığını düşündükleri bir yöntemdir ve yeni profesyonel nesile aktarmak istedikleri erdemin bir kısmını kapsamaktadır. Dickerson'un kuralının ardında Vikingler'in yıldırım ve şimşeği tanrılara atfetmelerinin ve büyücü doktorların hasta insanlardan kötü ruhları çıkarmaya çalışmaları gibi bulanık çağırışımları vardır.

Modern bilime yaklaştıkça Isaac Nevvton'un yaratılışı hiç anlayamadığını gösteren anılarıyla karşılaşırız. Esas endişeleri, doğaüstünün (dinin)

bir açıklama olarak kullanılmasına izin verilmesi halinde, hiçbir şekilde durdurulamayacağıdır – gerçekte doğal açıklamaları olan pek çok şeyin tanımlanması için doğaüstü sık sık ima edilecektir. Bu mantıklı bir korku mudur?

Hiç kimse insanların davranışlarını önceden tahmin edemez, ancak bana doğaüstünün bilimin her alanında karşımıza çıkıp duracağı korkusu gereğinden fazla abartılmış gelmektedir. "Journal of Biological Chemistry" (Biyolojik Kimya Dergisi) enzim aktivitelerinin ilahi regülasyonu ile ilgili yeni bir bölüm açmayacaktır. Geçen yarım bin yıl içerisinde bilim, evrenin zamanın büyük bir çoğunluğunda üstün bir düzenle faaliyet gösterdiğini ve pek çok fiziksel olgunun basit kanunlar ve tahmin edilebilir davranışlarla açıklanabileceğini öğrenmiştir.

Bilim tarihçileri, bilimin dini geleneklerinin; sonsuz akla sahip bir Yaratıcının akıllı ve anlaşılabilir, aynı zamanda kurallara bağlı bir evren yarattığına inanan dini bir kültürden – ortaçağ Avrupası – doğduğunu vurgulamaktadırlar.[6] Hem bilim hem de dinin her zaman sabit yer çekimi kanununa bağımlı olarak döneceğini ummaktadırlar.

Elbette istisnalar mevcuttur. Bazen eşsiz tarihi olaylar bir etki yaratarak belirebilirler. Fosil kayıtları 60 milyon yıl önce jeolojik açıdan oldukça kısa bir zaman zarfı içerisinde bütün dinozorların öldüğünü göstermektedir. Bir teoriye göre büyük bir meteor dünyaya çarpmış, atmosfere toz bulutları saçmıştı ve belki de pek çok bitkinin yok olmasına neden olarak besin zincirini parçalamıştı. Bazı dolaylı deliller bu hipotezi desteklemektedirler. Yeryüzünde az, ancak meteorlarda daha çok bulunan iridyum elementinin seviyesi, belirlenen zaman içerisinde artmıştı. Hipotez pek çok bilimadamı tarafından kabul edilmektedir. Yine de meteorları her şeyin sebebi olarak öne sürmek için acele etmemek gerekir. Hiç kimse Grand Canyon'un veya Kuzey Amerika'daki atların neslinin tükenmesi ile ilgili olarak meteorları sebep göstermemiştir. Hiç kimse görünmeyen minik meteorların astım yaptığını veya mevcut meteorların hortumlara neden olduğunu iddia etmemiştir. Dinozorların soyunun tükenmesinden meteorların sorumlu olduğu ile ilgili hipotez, bu olayı ilgilendiren fiziksel kanıtlar baz alınarak değerlendirilmiştir. Eğer meteorlar başka olaylar ile de ilişkilendirilecek olsalardı, delillerin her bir olayla ilgili tek tek değerlendirilmesini beklemek çok doğaldır.

Benzer şekilde, hayatın oluşumunda veya diğer tarihsel olaylarda akıllı bir tasarımcının dahil olduğu hipotezi de değerlendirilmelidir. 9. Bölümde belirtildiği gibi bu kanıt bazı biyokimyasal sistemler için çok

belirgin iken, diğerleri için kolaylıkla teşhis edilemezler. Eğer bir bilimadamı bir başka olayda bu aklın devreye girdiğini iddia edecek olursa, iddiasını gözlemlenebilir delillerle destekleme sorumluluğu ona ait olacaktır. Bilimsel çevreler sağlıklı şüpheciliği desteklemekte, fakat her söylenene inanılan bir yaklaşımı da reddetmektedir.

Dickerson'un makalesinde yer alan amaç bir başka "bilimsel metod'un ardında olabilir. Hipotezler, dikkatli ölçümler, tekrarlar, bütün bunlar bilime hizmet etmişlerdir. Ancak akıllı bir tasarımcı nasıl test edilebilir? Tasarımcı, bir test tüpüne konabilir mi? Hayır elbette konamaz. Ancak soyu tükenmiş atalarımız da test tüpüne konamazlar. Bilim, tarihsel bir olayı açıklamaya çalıştığında, dikkatli testlerin yapılabilmesi veya tekrarlanması, tanım gereği imkansızdır. Bilim kuyruklu yıldızların hareketlerini inceleyebilir, kuyruklu yıldızların nasıl hareket ettiğini tanımlayan Neu/ton'un hareket kanunlarını test edebilir. Ancak hiçbir zaman milyonlarca yıl önce çarpan bir kuyruklu yıldızı inceleyemeyecektir. Ancak bu yıldızın dünya üzerinde hâlâ süren *etkilerini* inceleyebilmektedir. Benzer şekilde bilim tasarımcının hayat üzerindeki etkilerini görebilir.

Richard Dickerson'un argümanı ile ilgili olarak son bir konuya değinmek istiyorum. Kesinlikle amacı bu olmamasına rağmen, söyledikleri bir korkaklık reçetesidir. Bilimi aynı şekilde kısıtlayarak, kökten farklı bir açıklama yapmasını engellemektedir. Gerçeği küçük bir kutuya sığdırmaya çalışmaktadır, ancak evren küçük bir kutuya sığmayacaktır. Evrenin kökeni ve hayatın gelişimi değerli ve bilinçli bir tasarımcının yaptıklarının sonuçlarıdır. Bu olayların diğer başka olaylar gibi açıklanmasını düşünmemizi sağlayacak gerçekçi bir neden yoktur. Bilim bir oyun değildir, bilimadamları suni kısıtlamalar olmadan fiziksel deliller nereye götürürse, bunu takip etmelidirler.

HAYALET AVCILARI

Bilimin akıllı bir dizayn teorisini kabullenmekteki isteksizliğine dördüncü ve en kuvvetli neden de felsefi düşüncelere dayanmaktadır. Pek çok önemli ve saygı duyulan bilimadamını içeren bir grup, doğanın dışında bir şey olmasını *istememektedirler.* Etkisi ne kadar çok ve yapıcı olsa da, hiçbir doğaüstü gücün doğayı etkilemesini istemezler. Başka bir deyişle, yeryüzünün genç olduğunu savunan yaratılışçılar gibi kendi bilimlerine, fiziksel dünya ile ilgili ne tür açıklamaları kabul edeceklerini kı-

sıtlayarak belirleyen bir felsefi bağlılık duyarlar. Bu bazen biraz garip davranışlara da neden olur.

Sadece yetmiş yıl kadar önce pek çok bilimadamı evrenin yaşının ve büyüklüğünün sonsuz olduğunu düşünmekteydi. Bu fikir çok çeşitli dini gruplarla birlikte antik çağlarda yaşamış bazı Yunan düşünürleri tarafından da kabul görmüştü. Bunu aksine Musevilik ve Hıristiyanlık dinleri, evrenin belirli bir zamanda yaratıldığını ve sonsuz olmadığını düşünmekteydi. (Müslümanlık dini gibi bu ilahi dinler, bir gün dünyanın sona ereceği mesajını vermektedirler.) Aralarında çok az bilimadamı bulunduğundan, eski Yahudiler evrenin sonu ile ilgili delil bulmaya çalışmadılar. Ortaçağda ise, önde gelen teologlardan Thomas Aquinas, evrenin bir başlangıcı olduğunu ve bunun sadece imanla bilinebileceğini söyledi.

Ancak aradan uzun zaman geçti. Bu yüzyılın başlarında Einstein, genel görecelik kuramının durağan olmayan – genişleyen veya daralan ama sabit olmayan – bir kainata işaret ettiğini keşfetti. Einstein, böyle bir kainat karşısında dehşete düşmüş ve daha sonra bunu kariyerinin en büyük hatası olarak kabul ederek sabit ve sonsuz bir evren göstermesi için denklemlerine 'düzeltici faktör' eklemiştir. (Bu kararın da bilimsel değil, duygusal olduğu görülmektedir.)

Anne babaların ve öğretmenlerin hep dediği gibi, sahtekarlar asla kazançlı çıkmazlar. Kısa bir süre sonra astronom Edvvin Hubble, uzayda teleskopunu nereye çevirirse çevirsin yıldızların dünyadan uzaklaşıyormuş gibi gözüktüğünü gözlemledi. (Aslında yıldızların hareket ettiğini görmemişti, ancak hareketlerin 'Doppler kayması' adı verilen bir fenomen doğrultusunda olduğu sonucuna varmıştı. Buna göre bir gözlemciden uzaklaşan yıldızlar, daha uzun dalga boyuna sahip ışık saçarlar. Ne kadar hızlı hareket ederlerse, dalga boyundaki değişiklik de o derece büyük olacaktır.) Dahası, yıldızların kaydığı hız dünyadan olan uzaklıklarıyla orantılıydı. Bunlar Einstein'ın değişikliğe uğratmadığı denklemlerinin, evrenin genişlemesi ile ilgili tahminlerinde doğru olduğunun ilk delilleriydi. Ve bir roket bilimcisinin (aslında bunlardan çok olmasına rağmen) genişleyen evrenin mantıksal olarak tersini düşünüp, geçmiş bir zamanda kainattaki bütün maddenin çok küçük bir yere sıkıştırılmış olduğunu düşünmesi, fazla sürmedi. Bu Big Bang hipotezinin başlangıcıydı.

Pek çok kişi için Big Bang Nosyonu doğaüstü bir olayı – yaratılışı, kainatın başlangıcını çağrıştırmaktaydı. Önde gelen fizikçilerden A.S. Eddington, böyle bir fikre karşı duyduğu nefretten bahsederken belki de pek çok kişi adına konuşmaktaydı:

Felsefi olarak doğanın şu anki düzenin birden bire başlamış olduğu düşüncesi bana itici gelmektedir.[7]

Ancak, dini çağrışımlarına rağmen, Big Bang kutsal yazılardan veya dinsel vizyonlardan değil, gözlemsel verilerden elde edilen bilimsel bir teoriydi. Pek çok fizikçi Big Bang teorisini kabullendi ve araştırma programlarını buna göre ayarladı. Kendilerinden önce Einstein gibi çok az bir kısmı ekstra-bilimsel çağrışımlardan hoşlanmadı ve alternatifler üretmek için çabaladılar.

Yüzyılın ortalarında astronom Fred Hoyle "steady-state" (sabit durum) adında başka bir evren varoluş teorisi ortaya attı. Hoyle, evrenin boyut ve zaman açısından sonsuz olduğunu iddia etmekle birlikte, evrenin genişlediğini de kabul ediyordu. Kainat sonsuz bir zaman boyunca genişlediğine göre sonsuz bir madde miktarıyla başlamış olsa bile, gereğinden fazla incelmesi gerekecekti. Hoyle bizim mevcut kainatımızın neden bu kadar yoğun olduğunu ispatlamak zorundaydı. Değerli bilimadamımız bir yılda, uzayda bir mil başına bir hidrojen atomu olmak üzere maddenin meydana geldiğini iddia etti. Şu vurgulanmalıdır ki, Hoyle hidrojenin *hiçbir şeyden, hiçbir nedenle* yaratıldığını iddia ediyordu. Madde sadece gerektiği miktarda birdenbire var olmaya başlıyordu. Nosyonunu desteklemek için hiçbir gözlemsel verisi olmayan Hoyle, böyle bir görüşü neden ortaya atmıştı? Hoyle tıpkı Eddington gibi, Big Bang'in doğaüstünü çağrıştırdığını ve bunun da gereğinden fazla tatsız olduğunu düşünmekteydi.

Hoyle'ın sabit durum teorisi astronomi araştırmalarından gelen gözlemsel verileri yorumlamakta zorlanmaktaydı. 1960'lı yıllarda astronom Penzias ve Wilson'ın, uzayda geri planda varolan radyasyonla ilgili gözlemleri sonunda bu teorinin tereddütlerine bir son verdiler. Mikro dalgaların dünyayı her yönden şaşırtıcı bir yoğunluk dağılımı ile bombardıman ettiğini gördüler. Bu fon radyasyonunun Big Bang'in bir yan ürünü olduğuna karar verdiler. Fon radyasyonun gözlemlenmesi, Big Bang teorisinin en muhteşem buluşu olmuştur ve hâlâ öyledir.

Big Bang teorisinin, çok büyük sorular olsa dahi (temel bilimlerdeki kaçınılmaz sorular gibi) kainatın fiziksel modeli için oldukça faydalı olduğunu ve modelin gözlemsel veri ile desteklendiğini reddetmek imkansızdır. Einstein, Eddington ve Hoyle; bu verilerden doğal olarak elde edilen bilimsel bir teoriye direnç göstermek için çaba harcamışlardır. Çünkü kendilerine göre hoş olmayan felsefi ve teolojik sonuçları kabul etmek zorunda kalacaklarını düşünmüşlerdir.

Big Bang teorisinin başarısının dini çağırışımlarla bir ilgisi yoktu. Evrenin başlangıcı ile ilgili Musevi–Hıristiyan dogmayla uyuşuyor, kainatın sonsuz olduğunu düşünen diğer dinlerle çelişiyordu. Teori kendisini gözlemsel veriye – evrenin genişlemesine – dayanarak ispatlıyordu. Kutsal kitaplara veya kutsal insanların mistik tecrübelerine gönderide bulunmuyordu. Model tamamıyla gözlemsel verilerden gelmişti, dini dogmaya da çok uygundu.

Ancak Big Bang'in dini bakış açısına yakın olmasına rağmen, böyle bir inanca zorlamadığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Hiç kimse sadece bilimsel gözlemler ve teorilere dayanarak doğaüstü bir çıkarıma ulaşmak durumunda değildir. Bu yaklaşım, ilk önce Einstein ve Hoyle'nin gözlemsel verilere uyacak ve kainatın başlangıcı ile ilgili hoş olmayan düşüncelerden kaçınacak alternatif modellerle ortaya çıkma çabalarında gözükmektedir. Sabit durum teorisi sonunda gözden düşünce, mutlak bir başlangıçla ilgili felsefi bağları koparacak başka teoriler ortaya çıktı. En popüler seçenek Big Bang'le başlayan genişlemenin yavaşlayıp, çekim gücüyle maddenin tekrar içine çökeceği çevrimsel evren modeliydi. Hikayeye göre, buradan devam ederek, belki de başka bir büyük patlama gerçekleşecek ve bu tekrarlar yapısında sonsuz bir evreni yakalayacaktı. (Bilimsel açıdan ilgisiz olmakla birlikte) çevrimsel evren modelinin eski Mısır, Aztek ve Hint dinleri de dahil olmak üzere, pek çok dinle uyum[5] içerisinde olması ilginçtir.

Çevrimsel bir evrenin varlığı fikri, bu günlerde fizik tarafından pek tutulmamaktadır. İlerideki bir çekimsel çöküş için yetersiz madde olduğu gözlemlenmiştir. Ve bu oranda madde mevcut olsa dahi, hesaplamalar çevrimlerin giderek daha uzun süreceğini ve sonunda evrenin daralmayacağını göstermiştir. Bu seçenek çürütülse bile, Big Bang'in yerine geçmeye çalışacak başka fikirler de olacaktır. Bir başka iddiaya göre gerçek kainat bizim gözleyebildiğimizden çok daha büyüktür ve bizim gördüğümüz kainatın bir parçası olup sonsuz evrenin sadece bir noktasıdır. Ve fizikçi Stephen Hau/king, kainatın sonlu olmasına rağmen hesaplamalarındaki 'hayali zaman' mevcutsa bir başlangıcın olmadığını iddia etmektedir. Bir başka fikre göre ise, sonsuz sayıda kainatlar mevcuttur ve içinde bulunduğumuz kainat ise hayat için gerekli hassas şartlara sahiptir. Bu fikir ’antrofik prensip' adı altında popüler olmuştur. Özetle antrofik prensip, değişen fizik kanunlarıyla pek çok (hatta sonsuz) evren olduğu-

nu ve sadece hayat için uygun şartlara sahip olanın hayatı doğuracağını söylemektedir. Belki de başka yerlerde trilyariarca boş evren mevcuttur ve biz de bir trilyar birinci evrende fiziksel özellikleri hayatla uyumlu olduğu için yaşamaktayız.

Antrofik prensip, pek çok insana ilk bakışta saçma gelmektedir, çünkü bütün evrenin parçalarını nereye koyacaklarından pek emin değillerdir. Ancak doğaüstünü çağrıştırmak istemeyenler için hala başka fikirler mevcuttur. Kuantum fiziğinde 'sanal partiküller' adı verilen mikroskopik varlıkların çevrelerinden enerji ödünç alarak (fizikçiler tarafından 'hiç bir şey' anlamında kullanılmamakla birlikte, kafa karıştırıcı bir şekilde 'vakum' diye adlandırılan) birden bire var olmaya başladıklarına inanılmaktadır. Bazı fizikçiler bunu birazcık daha ileri götürerek, bütün evrenin birden bire var olmaya başladığını, hem de çevreden enerji alarak değil de mutlak hiçlikten geldiğini iddia etmişlerdir. Bu, sebepsiz yere durumsal olarak hidrojen atomunun yaratıldığını alçak gönüllükle iddia eden Fred Hoyle'nin zamanıyla karşılaştırıldığında, bilimadamlarının nasıl da büyük düşünmeyi öğrendiklerini göstermektedir.

Balon evrenler, hayali zaman veya trilyariarca antrofik evren nosyonunu desteklemek için hiçbir deney gerçekleştirilmemiştir. Aslında hiç bir deneyin prensipte bunları teşhis edemeyeceği bellidir. Çünkü ne kendileri ne de etkileri gözlemlenebilmektedir. Öyleyse kabul edilmiş bir doğaüstü varlıktan daha fazla erişilebilir olmayan metafizik varsayımlardır. Bilime bir katkıda bulunmamaktadırlar. Sadece doğa üstünden kaçmak için bir sübap olarak kullanılmaktadırlar.

Yukarıdaki tartışmanın amacı, Big Bang'in ilk başta belirli bir dini fikri destekler gibi gözükmesine rağmen hiçbir bilimsel teorinin sadece mantık gücü ile pozitif bir dini inanca inanmaya zorlayamayacağını göstermektir. Bir kişi kainatı açıklamak amacıyla sonsuz sayıda evrenin varoluşu veya bizim evrenimizin daha büyük bir kainatta bir baloncuk olduğu gibi gözlemlenemeyeni öne sürebilir. Bir kişi, sabit durum teorisi veya çevrimsel evren gibi, bugün kabul edilemeyen teorilerin hesaplamalar yeniden yapıldığı ve yeni ölçümler alındığı zaman, inandırıcı olacağını umabilir. Ya da bir kişi kainat sebepsiz yere meydana geldi diyen teorilerde görüldüğü gibi, nedensellik ilkesini terk edebilir. Pek çok diğer insan bu fikirleri saçma sapan olarak nitelendirebilir ancak yine de gözlemsel delillere karşı çıkmazlar.

Kainatın Big Bang'le başladığını söylemek başka bir şey, hayatın bir akıl tarafından tasarlandığını söylemek başka bir şeydir. Big Bang teorisi sadece bir patlamanın çağrışımını yapar, bir varlığın değil. *Akıllı tasarım* terimi ise çabucak tasarımcının kim olduğu sorusunu akla getirir. Doğaüstüne karşı felsefi bağlılıkları olanlar bu teori ile köşeye sıkışacaklar mıdır? Hayır, insanın hayal gücü gereğinden fazla kuvvetlidir.

Sir Francis Crick, her yönüyle akıllı bir adamdır. Kırk yılı aşkın bir süre önce hâlâ Cambridge Üniversitesinde yüksek lisans öğrencisiyken Crick ve James VVatson, DNA'nın çift sarmal yapısını belirlemek için X-ışını kristalografik verileri kullandılar. Daha sonra bu başarılarından dolayı Nobel ödülü de almışlardır. Crick, genetik şifrenin daha net anlaşılması için çalışmaya ve beynin fonksiyonları ile ilgili kavramsal sorular sormaya devam etti. 70'li yaşlara geldiğinde bile pek çoğumuzdan daha fazla ve hızlı bir biçimde bilimin sınırlarını zorlamaya devam etmektedir.

Francis Crick aynı zamanda dünyadaki hayatın başka bir gezegende yaşayan canlıların dünyayı tohumlamaya yarayacak sporları taşıyan bir roket gemisi göndermeleriyle başladığını düşünmektedir. Bu boş bir düşünce değildir. Crick bunu ilk kez 1973 yılında, profesyonel bir bilim dergisi olan *Icarus*'a kimyacı Leslie Orgel ile birlikte yazmış olduğu *Directed Panspermia* isimli makalede ortaya attı. 10 yıl sonra Crick, *Life itself* (Hayatın Kendisi) isimli bir kitap yazdı ve 1992 yılında kitabın baskıya girmesinden hemen önce *Scientific American* dergisiyle yaptığı röportajda teorisini yeniden canlandırdı. Crick teorisinin mantıklı olduğunu düşündüğünü bir defa daha vurguladı.

Crick'in dini kökenleri olmayan bu teoriye bağlı olmasının ana nedeni, hayatın kökeninin evrimsel bir yaklaşımla açıklanmasının olanaksız olduğunu düşünmesi, fakat doğacı bir açıklama istemesiyle bağıntılıdır. Bizim mevcut amaçlarımız için Crick'in fikrinin ilginç kısmı, dünyaya uzay bakterisi gönderdiğini tahmin ettiği uzaylıların rolüdür. Ancak sahip olduğu delillerle, uzaylıların; göndermiş olduklarıyla eksiltilemez karmaşıklıktaki biyokimyasal hayat sistemlerini de tasarladıklarını söyleyebilirdi. Aradaki tek farklılık uzaylıların hayatı oluşturduklarını söylemektir. Oysa Crick onların hayatı sadece buraya göndermiş olduklarını tahmin etmekteydi.

Başka bir gezegene uzay gemisi gönderebilen bir uygarlığın hayatı tasarlayabileceğini söylemek, üstelik bu uygarlık hiçbir şekilde gözlemle-

nememişse, çok büyük bir başarı değildir. Hayatı tasarlamak, eğer belirtmek gerekliyse, doğaüstü yetenekler gerektirmeyebilir. Tam tersine sadece büyük bir akıl gerektirir. Dünyaya ait bir laboratuvarda bir üniversite öğrencisi oksijene bağlanabilen suni bir proteini tasarlayarak üretebiliyorsa, başka bir gezegendeki ileri uygarlığın suni bir hücre tasarlayabileceğini düşünmemizi engelleyecek mantıksal bir mani yoktur. Ancak bu senaryo hâlâ tasarımı kim tasarladı, sorusunu açık bırakır. Hayatın kökenleri nasıl başladı? Doğa felsefecileri en sonunda kapana kısıldı mı? Yine hayır. Tasarımcının tasarımı sorusu pek çok açıdan ertelenebilir. Gözlemlenemeyen varlıklar öne sürülerek çarpıtılabilir. Belki de orijinal hayat, bizlerden tamamıyla farklıdır ve elektrik alanları ile gazlardan oluşmuş, devam etmesi için eksiltilemez karmaşık yapılar gerektirmeyen şeylerden oluşmuştur.

Bir başka ihtimal son yıllarda profesyonel fizikçiler tarafından öne sürülen zamanda yolculuktur. *Scientific American* 1994 yılı, Mart ayı baskısında okuyucularına şunları bildirmişti:

> ... mantıksal saçmalıktan öte... birisinin eski hayatına bu tip bir yolculuk yapabilmesinin teorik ihtimali, fiziğin temel kurallarının bir sonucudur.

Belki de böylece, gelecekteki biyokimyacılar ilkel dünyaya bu gün gözlemlediğimiz eksiltilemez karmaşık yapıların bilgilerini içeren hücreleri göndereceklerdir. Bu senaryoya göre insanlar kendi uzaylıları olabilirler. Elbette zamanla bu yolculuklar aşikar paradokslara da neden olacaklardır (çocukları henüz doğmamış büyük babalarını öldüren torunlar gibi) ama en azından bir kısım fizikçiler bu teoriyi kabul etmeye hazırdırlar. Benim gibi pek çok insan ise bu senaryoyu tatmin edici bulmamaktadırlar, ancak bu, dini yaklaşımlardan kaçınmak isteyenler için bir fırsat olarak görünür.

Blind Watchmaker isimli kitapta Richard Dau/kins okuyucularına, bir heykelin onlara el salladığını görseler bile, mucize gördükleri sonucuna varmamaları için uyarıda bulunmaktadır. Belki de heykelin kolundaki bütün atomlar aynı anda aynı yöne yönelmişlerdir. Bu gerçekleşme ihtimali çok düşük olmakla birlikte mümkün bir olaydır. Bir heykelin hayata geldiğini gören pek çok kişi Dawkins'e yeryüzünde ve gökyüzünde onun felsefesinde hayal ettiğinden çok daha fazlasının gerçekleştiğini söyleyeceklerdir, ancak yine de onu İngiltere Kilise Birliğine katılmak için ikna edemeyeceklerdir.

Zaten denemeleri de gereksizdir. Gerçek anlamda bilimin, felsefe ve dine karşı olan ayrımı, olması gerektiği gibidir. Herkes duyularıyla ilgili yeterli veriye sahiptir ve çoğu zaman diğer insanlarla bu verilerin ne olduğu konusunda uzlaşırlar. Farklı bir felsefe ya da dine sahip büyük çoğunluk, yerçekimi, tektonik bilimi veya evrim gibi bilimsel konularda verileri organize etmek amacıyla (ki çoğu zaman bu teoriler tamamiyle yanlış olsalar dahi) anlaşabilir. Ancak felsefi ve tarihsel gerçeklerden elde edilen gerçeğin altını çizen temel felsefi prensipler, kökeninde bireyin kendisi tarafından seçilirler. Bir kişi, iyi doğru ve güzeli aramakta özgür olmalıdır.

Diğerlerine inançlarını tanımalarına geniş imkan tanımayı reddetmek, yine felakete neden olmuştur. Hoşgörüsüzlük, ben doğruyu bulduğum zaman ortaya çıkmaz. Sadece onu ben bulduğum için herkesin bana katılması gerektiğini düşündüğüm zaman ortaya çıkar. Richard Dawkins, evrimi reddeden bir kimsenin "cahil, aptal veya deli" (veya kötü ruhlu, ama ben bunu düşünmek bile istemiyorum)[70] olduğunu yazmıştır. Bir kişiyi kötü olarak nitelendirmekle, kötülüğüne son vermek için kaba kuvvet içeren önlemler almak arasında çok büyük bir fark yoktur. *Nature* dergisinin editörü John Maddox, dergisinde "dinin bilim karşıtı olarak nitelendirilmesine çok az kaldı" diye yazarken[77] *Dartuin's Dangerous Idea* isimli kitabında filozof Daniel Dannet dine inananları – toplumun yüzde 90'ı – kafese kilitlenmesi gerekli vahşi hayvanlara benzetmiş ve ailelerin çocuklarını kendisi için çok aşikar olan evrim gerçeği ile yanlış bilgilendirmelerinin (tahminen baskı uygulanarak) engellenmesini söylemişlerdi.[72]

Bu ulusal huzuru sağlamak için yazılmış bir *reçete* değildir. Bir kişiyi polemiklerle ikna etmeye çalışmak başka bir şey, sizinle aynı fikirde olmayanlara baskı uygulamayı teklif etmek başka bir şeydir. Bilimsel delillerin ağırlığı yer değiştirdikçe bu konu öncellikle akılda tutulmalıdır. Richard Dawkins, Darwin'in *"entelektüel bir ateist"* olma imkanı yarattığını söylemektedir.[73] Daru/in'in teorisinin moleküler ölçekte başarısız olması, onun kendisini daha az dolu hissetmesine neden olabilir, ancak yine de hiç kimse onun arayışını durdurmaya çalışmamalıdır.

Bilimsel çevreler doğa ötesi bir şeyler olduğunu düşünen ve düşünmeyen pek çok mükemmel bilimadamına sahip olabilir. O zaman bilim 'resmi olarak' tasarımcının kimliği sorununu nasıl ele alacaktır? Biyokim-

ya ders kitapları bu konuyu nasıl açıklamalıdır? Tasarımcının kimliği konusu bilim tarafından sadece görmezden gelinmektedir. Bilim tarihi, cevaplanamayan sorularla doludur. Örneğin Nevvton yerçekimine neyin neden olduğunu açıklamaktan kaçınmıştır. Darwin görmenin veya hayatın kökeninde ne olduğu konusunda bir açıklama getirememiştir. Maxwell, eser teorisi reddedilince, ışık dalgalarının hareket etmesi için bir ortam belirlemeyi reddetmiştir ve genelde kozmologlar da Big Bang'e neyin neden olduğu sorusunu görmezden gelmişlerdir. Bir hücrenin biyokimyasında görünen tasarım gerçeği kolaylıkla belirlenebilir olmasına rağmen, tasarımcıyı bilimsel metotlarla teşhis edebilmek oldukça güç olabilir. Aynı şekilde Newton yer çekimini kolaylıkla teşhis edebilmiştir, ancak nedenini belirlemek için yüzyıllara ihtiyaç duyulmuştur. Bir soru, o an için bilim tarafından cevaplanması çok zor olduğu takdirde unutulur ve daha kolay erişilebilir sorular araştırılmaya başlanır.

MERAKLI VE DAHA MERAKLI

Uzun ve yorucu çalışmalar bilimin akıllı bir tasarımı kabul etmek istemeyişindeki isteksizliğinin kabul edilebilir bir temeli olmadığını göstermiştir. Bilimsel şovenizm anlaşılabilir bir duygudur ancak ciddi entelektüel konuları etkilemesine izin verilmemelidir. Din ve bilim arasındaki çekişme üzücüdür ve kötü sonuçlara neden olmuştur. Ancak miras alınmış bir kızgınlık, bilimsel kararlarda sağlam bir dayanak oluşturamaz. Bilimin, doğaüstüne işaret eden teorilerden kaçınması gerektiğine dair (bazı ateistler tarafından) felsefi argümanlar, bilim üzerinde suni bir kısıtlama oluşturmaktadır.

Doğaüstü açıklamaların bilimi etkisi altına alacağı korkusu yersizdir. Dahası, Big Bang teorisi doğaüstü çağrışımları olan teorilerin oldukça faydalı olabileceğini göstermektedir. Bazı insanların doğadan başkası var olamaz prensibine duydukları felsefi bağlılık bilimsel verilerden elde edilen bir teoriyi engellememelidir. Doğaüstü sonuçlardan kaçınmak isteyen insanların haklarına saygı duyulmalıdır ama hissettikleri hoşnutsuzluk belirleyici olmamalıdır.

Bu kitabın sonuna yaklaşırken vardığımız güvenilir sonuca karşıt olabilecek güvenilir bir görüşe rastlayamadık: yani hayatın akıllı bir varlık tarafından tasarlandığı sonucuna karşı. Aslında, son birkaç yüzyıldır bilimin gerçekleştirmiş olduğu gelişme bu ilginç sonuca doğru bir ilerleyiş olmuştur. Ortaçağa kadar insanlar doğal bir dünya yaşadılar. Sabit bir

dünya her şeyin merkezindeydi; yıldızlar, ay ve güneş, gece ve gündüz ışık sağlamak için durmadan dönüyorlardı. Bitkiler ve hayvanlar çok eski çağlardan beri bilinmekteydi. Krallar ilahi bir güçle yönettiler. Sürprizler çok azdı.

Daha sonra çok saçma olduğu düşünülerek, dünyanın güneşin etrafında dolanırken kendi etrafında dönerek hareket ettiği iddia edildi. Hiç kimse dünyanın döndüğünü hissetmiyordu, hiç kimse döndüğünü görmüyordu. Ama dönüyordu. Bugünkü modern bilgilerimizle, Galileo ve Kopernik'in duyulara nasıl bir saldırıda bulunduklarını anlayabilmek pek kolay değildir. İnsanların artık gözlerine bile inanamayacaklarını öne sürmüşlerdi.

Yıllar geçtikçe işler daha da kötüye gitti. Fosillerin keşfiyle karada ve ormanlarda yaşayan tanıdık hayvanların hep yeryüzünde olmadıkları, dünyanın bir zamanlar, şimdi yok olmuş dev yaratıklarla dolu olduğu ortaya çıktı. Bir süre sonra Darvvin bildiğimiz hayatın insan aklı tarafından kavranamayacak uzunlukta bir süre içerisinde var olan garip bir hayattan türediği iddiasıyla dünyayı sarstı. Einstein bize uzayın yuvarlak olduğunu ve zamanın göreli olduğunu söyledi. Modern fizik ise katı nesnelerin çoğunlukla boşluk olduğunu, atom altı parçacıkların kesin tanımının olmadığını ve kainatın bir başlangıcı olduğunu söylemekte.

Şimdi ise sıra hayatın temel biliminin, modern biyokimyanın sarsma zamanı. Bir zamanlar hayatın kökeni olduğu düşünülen basitliğin bir hayal olduğu ispatlandı. Bunun yerine hücreyi eksiltilemez bir karmaşıklık işgal etmekte. Sonuç olarak hayatın üstün bir akıl tarafından tasarlanmış olduğu anlayışı, hayatı basit doğa kanunlarının bir sonucu olarak algılamaya alışkın bizlerde bir şok etkisi yaratmıştır. Ama diğer yüzyıllar da benzer şokları yaşamışlardı ve şoklardan kaçmak için bir neden de yok. İnsanlık uzayın merkezinin dünyadan kalkıp güneşin ötesine ilerlemesine, hayatın tarihinin çoktan ölmüş sürüngenleri içerecek kadar genişlemesine ve sonsuz kainat fikrinin çökmesine dayanabilmiştir. Darwin'in kara kutusunun açılmasına da dayanacaktır.

EK

HAYATIN KİMYASI

Bu ek, ilgilenen okuyuculara hayatın temelini oluşturan biyokimyasal prensiplerle ilgili genel bir bakış açısı kazandıracaktır. Kitaptaki argümanları takip edebilmek için eki okumak şart değildir, ancak bu argümanları ekte daha büyük bir çerçeve içerisine oturtacağım. Burada hücrelerden ve diğer bazı önemli biyomolekül sınıflarından – kısaca, proteinler, nükleik asitler, lipidler ve karbonhidratlardan bahsedeceğim. Daha sonra ise genetik bilginin nasıl ifade edildiği ve aktarıldığına değineceğim. Elbette ki bu kadar kısa bir yer içinde, tanımlar biraz kabaca olacaktır, bu nedenle hayatın mekanizmaları karşısında kafası karışanlara kütüphaneden bir biyokimyaya giriş kitabını ödünç almalarını tavsiye edeceğim. Büyüleyici bir Liliputlar ülkesi bizleri beklemekte...

HÜCRELER VE ZARLAR

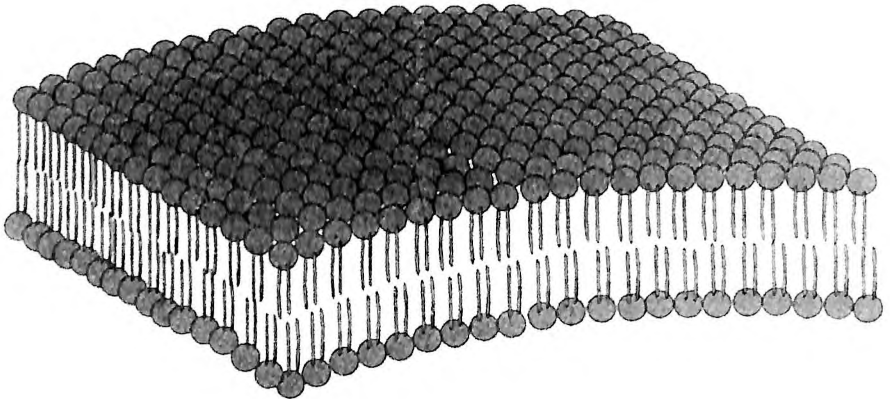
İnsan vücudu trilyonlarca hücreden meydana gelmiştir. Diğer büyük hayvanlar ve bitkiler de çok büyük sayılarda hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşurlar. Ancak organizmanın büyüklüğü azaldıkça, hücre sayısı da azalır. Örneğin, küçük bir solucan olan *C.elegans* sadece bin kadar hücreye sahiptir. Büyüklük skalasında aşağıya doğru ilerledikçe tek hücreliler ailesine ulaşırız, tıpkı maya ve bakteriler gibi. Bu seviyenin altında ise bağımsız bir hayat yoktur.

Yapısının incelenmesi, hücrenin neden hayatın temel birimi olduğunu gösterir. Hücreyi belirleyen özellik, hücre zarı yani dış dünyayı hücrenin içinden ayıran kimyasal yapıdır. Zarın korumasıyla bir hücre dışarıda varolandan çok farklı şartları kendi içerisinde barındırabilir. Örnek olarak hücre, içinde besinleri konsantre ederek enerji üretimi için hazır hale getirebilir, ve yeni üretilen materyallerin akıp gitmesini engelleyebilir. Zarın olmaması halinde, hayatın devamı için gerekli olan çok büyük sayıda metabolizma reaksiyonları hızla yok olacaklardı.

Hücre zarları evlerin temizliğinde kullanılan sabun ve deterjanlara benzeyen ***amfifilik*** moleküllerden oluşmaktadırlar. Amfifilik kelimesi Yunanca'da "ikisini de seven" anlamına gelmektedir ve bu nedenle amfifilik bir molekül iki farklı ortamı da sever: su ve yağ. Moleküllerin şekli, şeker kısmından iki tane çubuk çıkmış bir lolipopa benzetilebilir. Çubuklar genellikle (karbon ve hidrojen atomlarından oluşan) gazyağı gibi diğer hidrokarbonlara benzeyen hidrokarbonları içerirler. Suyla iyice karışmazlar. Burası molekülün yağı seven kısmıdır. Molekülün bu tip bölgeleri Yunanca sudan korkan anlamına gelen ***hidrofobik*** olarak adlandırılmaktadır. Lolipop şeklindeki molekülün topa benzeyen kısmı, diğerinin tersine, masa tuzu veya şeker gibi suda bulunmaktan hoşlanan kimyasal bir gruptan oluşmaktadır. Bu bölgeler ise ***hidrofilik*** (suyu seven) olarak isimlendirilmektedir. Zar moleküllerinin iki zıt ucu kimyasal olarak birbirine bağlıdır ve siyam ikizleri gibi farklı özelliklere sahip olmalarına rağmen birlikte hareket etmek durumundadırlar. Ama eğer molekülün bir kısmı su, diğer kısmı ise yağın içinde olmak istiyorsa bu molekül nereye yerleşecektir?

Amfifilik moleküller diğer amfifilik moleküller ile işbirliğine girerek bu sorunlarını çözerler. Büyük sayıda amfifilikler bir araya geldiklerinde hidrofobik kuyruklar bir araya gelerek suyu dışarıda tutarlar, bu arada hidrofilik kafalar suya değerler. Suyu seven grupların suya erişimini sağlarken, kuyrukların sudan uzak tutulmasının verimli bir yolu iki kat oluşturmaktır. (Şekil A-1) Buna ***iki katlı lipid*** (lipid bilayer) adı verilir. Ancak bu iki kat düz olarak kalacak olursa uçlarda kalan hidrokarbonlar suyla muhatap olacaklarından, bu katlar bir sabun köpüğü gibi kapanırlar.

ŞEKİL A-1



Çift katlı zarın ortası yağlı olduğu için, kuvvetli bir biçimde sulu ortamları tercih eden moleküller (tuzlar ve şekerler gibi) zarı geçemezler. Bu nedenle kapalı olan iç tarafta, dış çevreden farklı bir yapıya sahip olunur – bu hücreyi oluşturmanın ilk adımıdır.

Yaşayan dünya temelde farklı iki tip hücre içermektedir: *ökaryotlar,* bu hücrelerde hücre zarından farklı ikinci bir zar hücrenin çekirdeğini sarmalar; ve bu özelliğe sahip olmayan *prokaryotlar.*[1] Prokaryotik organizmalar değişken olmayan tek hücrelidirler ve pek çok açıdan ökaryotlardan daha basittirler.

Hücre zarının yanı sıra prokaryotların fotoğraflarında sadece birkaç özellik daha göze çarpar.[2] Bunlardan bir tanesi çekirdek adı verilen ve sitoplazma (çözünür hücre içeriği) içerisinde rahatça duran DNA (de oksiribonükleik asit) kütlesidir. Hücre zarına ek olarak, prokaryotlar *hücre duvarı* adı verilen ve hücreyi çevreleyen ikinci bir yapıya sahiptir. Hücre zarının aksine, hücre duvarı katı olup besinlere ve küçük moleküllere geçirgen olan polisakaritlerden oluşmuştur. Baskı altındaki hücrenin yırtılmasına engel olan mekanik kuvveti sağlarlar. Pek çok prokaryotik hücrenin zarından, bazı yapılar da çıkar. Saç benzeri *pili* yapısının ne işe yaradığı pek bilinmemektedir. Bakteri kamçısı ise hareket amaçlı kullanılmaktadır. *Flagella* denilen kamçı, bir pervane gibi hızlıca dönerek prokaryotun ilerlemesini sağlar.

İkinci kategorideki hücreler olan ökaryotlar, bütün çok hücreli canlıları ve maya gibi tek hücreli canlıları oluştururlar. Ökaryotik hücreler kendi zarları ile sitoplazmadan ayrılan bazı alt hücresel boşluklara sahiptirler Bunlara *organel* adı verilir, bunun nedeni bir hayvanın vücudundaki organları çağrıştırmalarıdır. Organeller özelleşmiş bölgelerde özelleşmiş fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlarlar, ilk özelleşmiş organel, hücrenin DNA'sını içeren *çekirdektir.* Çekirdeği çevreleyen zar oldukça özelleşmiş ve uzmanlaşmış bir yapıdır. *Çekirdek boşlukları* adı verilen sekiz köşeli boşlukları mevcuttur. Bu boşluklar pasif delikler değildir, tam tersine aktif kapı nöbetçileridir. Protein veya RNA gibi hiçbir büyük molekül doğru parolayı söylemeden geçemez. Bu da sitoplazmaya ait molekülleri hücrenin çekirdeğinin dışında tutmayı, ya da bunun tam tersini başarmasını sağlar.

Sitoplazmayı dolduran başka organeller de mevcuttur. *Mitokondriler,* hücrenin enerji kaynaklarıdır, kalori yüklü besin moleküllerini hücrenin doğrudan kullanabileceği kimyasal yapılara çeviren kimyasal reaksiyonlar konusunda uzmanlaşmışlardır. Mitokondrinin iki zarı vardır. Be-

sin moleküllerinin kontrollü bir biçimde "yanması," iç zar tarafından çevrelenen boşluk ile iç ve dış zarlar arasındaki boşluk arasında, asidite farkına neden olur. İki bölüm arasında kontrollü asit akışı, bir barajdan akan suyun elektrik enerjisi oluşturması gibi enerji açığa çıkarır.

Lizozomlar tek bir zarla çevrelenen küçük organellerdir ve temelde faydalı olmayan molekülleri ayrıştıran enzim torbalarıdır. Ayrıştırılacak moleküller lizozomlara küçük kaplanmış paketçikler halinde taşınırlar (bkz. Bölüm 5) Lizozomdaki asidite oranı, sitoplazmadakinden yüzde bir-binde bir oranında daha kuvvetlidir. Asidite oranının artması sıkıca bağlanmış proteinleri açar ve açılmış yapılar ayrıştırıcı enzimler tarafından daha kolay saldırıya uğrarlar.

Endoplazmik retikulum (ER) kapsamlı, düzleşmiş ve katlanmış bir zar sistemidir ve iki farklı bölümden oluşur: Pürüzlü ER ve Pürüzsüz ER. Pürüzlü ER kabartılı yapısını, üzerine yapışmış çok sayıdaki *ribozomdan* alır. Ribozomlar protein sentezleyen hücresel makinelerdir. Pürüzsüz ER ise lipidleri ve yağ asitlerini sentezler. Golgi cisimciği (adını ilk kez gözlemleyen Camilla Golgi'den almıştır.) ER'de yapılan proteinlerin modifikasyon için gittiği bir düz zar yığınıdır.

Bir hücre, bilinen küresel yapıdan farklı radikal şekillere (örneğin sperm hücresi gibi) girebilir ve çevresindeki değişikliklere cevaben şekil değiştirebilir. Bir hücresinin şekli isminden de anlaşılabileceği gibi hücrenin yapısal çerçevesini oluşturan *sitoiskelet* (cytoskeleton) tarafından korunur. Sitoiskelet, üç temel yapısal materyalden oluşmaktadır: mikrotübüller, mikrofilamentler ve ara filamentlerdir. *Mikrotübüller* birden fazla işlev görürler. Bunların arasında mitotik bölünme iplikçiklerinin – hücre bölünmesi esnasında her bir kromozomun kopyasını yavru hücrelere gönderen mekanizmanın oluşturulması gelmektedir. Mikrotübüller aynı zamanda ökaryotik kirpiksi hücrelerin omurgasıdır ve hücrenin kendi etrafında hareket etmesini sağlar. Son olarak mikrotübüller, yüklerin hücrenin uzak bölgelerine taşınması için gerekli moleküler motor görevi gören demiryolu vagonlarıdır. Mikrotübüllerden ince olan mikrofilamentler, kasların önemli bir parçası olan protein aktinden oluşmuşlardır. *Mikrofilamentler* birbirlerine tutunurlar ve kasılmak için kayarlar. Bu hücre zarını doğru yerlerde katlayarak hücreye şekil verirler. *Ara filamentler* ise mikrotübüllerden daha ince, ancak mikrofilamentlerden daha kalındırlar ve çelik kolonlar gibi yapısal destek sağlarlar. Ara filamentler sitoiskeletin en çeşitli yapılarıdır.

Neredeyse bütün ökaryotik hücreler yukarıda tanımlanan organelleri

içerirler. Ancak bitki hücreleri bazı ek organellere de sahiptirler. *Klorop-lastlar,* fotosentez alanlarıdır. Kloroplastlar enerji üretme sorumluluğu açısından mitokondiriye benzerler. Kloroplastlar, ışığı yakalayan bir anten görevi gören klorofil adı verilen pigmentlere sahiptir. Bitki hücreleri ayrıca büyük, açık ve zarla çevrelenmiş *uaküol* adı verilen boşluklara da sahiptirler. Vaküoller atıklar, besinler ve pigmentler için bir depo görevi yaparlar ve aynı zamanda farklı yapısal işlevlere de sahiptirler. Bu organeller bazı bitki hücreleri hacimlerinin yaklaşık yüzde doksanını oluştururlar ve yüksek bir ozmotik basınç altında kalırlar. Kuvvetli bir yapısı olan bitki duvarını iten bu basınç, hücreyi sertleştirir.

PROTEİN YAPISI

Günlük standartlara göre oldukça minik olmalarına rağmen yukarıda tanımlanan organeller ve kendilerini oluşturan yapısal materyallerle karşılaştırıldığında oldukça büyüktürler. Hücreleri ve alt hücresel yapıları, *molekülleri* oluşturan birbirine tutunmuş *atomlar* meydana getirmişlerdir. Kimyasal bağ veya *kovalent* bağ, her iki atomu aralarında paylaşmak için birer elektron verdikleri zaman ortaya çıkar. Negatif elektrik yükü taşıyan elektronların paylaşılmasıyla, atomlar pozitif yüklü çekirdeklerine daha verimli şekilde bağlanabilirler. Bir molekül ise, birbirine kovalent bağlı iki veya daha fazla atomdan oluşur.

Biyolojik moleküllerde bulunan atom türleri şaşırtıcı derecede azdır. Neredeyse bütün biyomoleküller altı elementten oluşmaktadır: karbon (C), oksijen (O), azot (N), hidrojen (H), fosfor (P) ve sülfür (S). Bazı elementler (klor, sodyum, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve demir gibi) biyolojik sistemlerde iyon şeklinde bulunurlar. (İyonlar suda nispeten daha serbestçe yüzen elektrik yükü olan partiküllerdir)

C,H,0,N,P ve S atomları birbirleriyle bağ yapabilirler. Karbon bir kerede birbirinden farklı dört atomla bağ yapabilir ve biyolojik olarak fosfor da, dört farklı atomla birleşebilir (genelde her zaman dört oksijenle). Azot üç bağ yapabilir (özel durumlarda dört) ve oksijen ile sülfür ise iki bağ yapabilir. Hidrojen, bir başka atoma ancak tek bağ yapabilir. Karbon, diğer atomlarla uzun zincirler oluşturan sağlam bağlar yapabilmesi açısından eşsizdir. Bir zincirin ortasındaki karbon, iki bağını kullandığından – birisi sağındaki karbonla birleşmek için, diğeri ise solundaki karbon atomu ile birleşmek için – yapabileceği iki bağa daha sahiptir. Bağlarından birisini, mesela azot atomuna bağlanmak, diğerini de belki

başka bir karbon zincirine bağlanmak için kullanabilir.

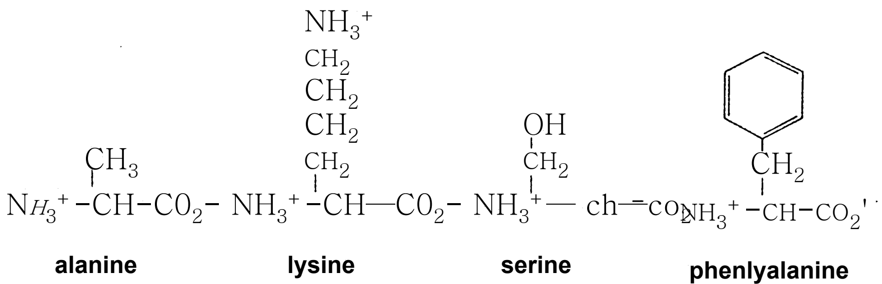
Karbonla oluşturulabilecek molekül sayısı gerçekten çok fazladır. Ancak biyolojik sistemler birbirinden tamamıyla farklı çok fazla molekül kullanmazlar. Bunun yerine sınırlı sayıda moleküller yapılır ve hayatın büyük "makro" molekülleri - örnek olarak nükleik asitler, proteinler ve polisakaritler- sınırlı sayıdaki kümeden seçilenlerin farklı dizilişleriyle elde edilirler. Bu alfabenin yirmi altı harfiyle çok sayıda farklı kelime ve cümle üretilmesine benzetilebilir.

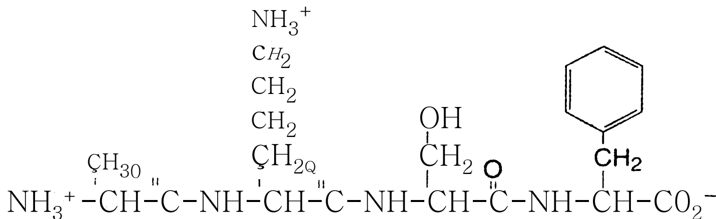
Proteinlerin yapı taşlarına *aminoasit* adı verilir. Bütün proteinleri oluşturan yirmi farklı aminoasidin ortak bir yapısı vardır. Molekülün sol tarafında amin adı verilen ve azot içeren bir grup bulunur. Sağ tarafta ise amin grubuna merkezi bir karbonla bağlanan, karboksilik bir asit grubu mevcuttur (aminoasit adını da buradan alır). Ortadaki karbona, aynı zamanda hidrojen atomuna ek olarak yan zincir adı verilen (Şekil A-2) bir başka grup da eklenebilir. Yan zincir aminoasitleri birbirinden ayırır. Bir aminoaside özelliğini veren yan zinciridir.

Aminoasitler çeşitli gruplarda kategorize edilebilirler. Birinci grup, hidrokarbon (sadece karbon ve hidrojen içeren yan zincir) yan zinciri

ŞEKİL A-2

(ALTTA) DÖRT AMİNOASİT. AMİNOASİTLER SADECE YARI ZİNCİRLERDE FARKLILIK GÖSTERİYOR (EN ALTTA) DÖRT AMİNOASİT KİMYASAL OLARAK BAĞLANMIŞ. PROTEİNLER, BİRÇOK AMİNOASİDİN KİMYASAL OLARAK BİRLEŞEREK OLUŞTURDUĞU UZUN ZİNCİRLERDİR.





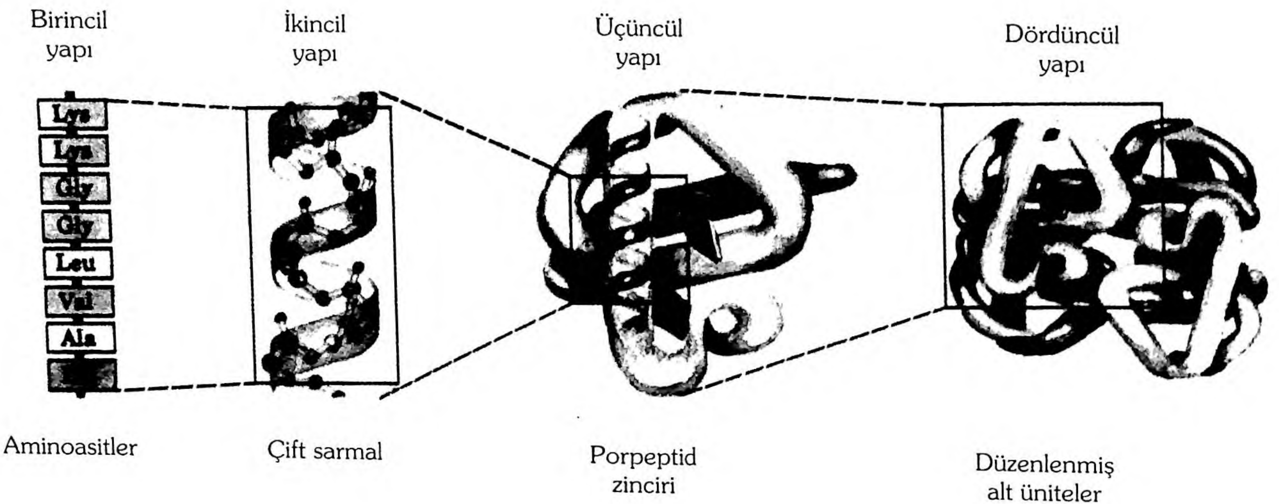
içerirler. Bu yan zincirler gaz yağı gibi yağlıdırlar ve su molekülleriyle temas etmekten kaçınırlar. Diğer grup elektrik yüklü aminoasitlerdir, üç tane pozitif iki tane negatif yüklü üyesi mevcuttur. Elektrik yüklü yan zincirler suyla temas etmekten hoşlanırlar. Diğer grup polar aminoasitlerdir. Polar moleküller tamamiyle elektrik yüklü olmasalar da, içlerinde kısmen yüklü atomlar bulundururlar. Bu kimyasal bağa sahip atomun elektronları, diğerlerinden daha kuvvetli çekme yetenekleriyle ortaya çıkarlar ve elektronları kendilerine daha çok yaklaştırırlar. Elektronlardan aslan payı alan atom ise, biraz daha negatif yüklü bir yapıya sahiptir, bu arada elektronlara daha uzak olan atom da biraz daha pozitif yüklüdür. Pozitif ve negatif yüklü yan zincirlerle, kısmen pozitif kısmen negatif yüklü atomlar arasındaki etkileşimler, proteinin yapısında çok önemli rol oynayabilir.

Protein sentezi sırasında aminoasidin amino grubu, diğerinin karboksilik asit grubu ile tepkimeye girerek kimyasal olarak bağlanırlar ve peptit bağını oluştururlar. (Şekil A-2) Yeni molekülün hâlâ bir ucunda serbest amino grubu, diğer ucunda ise serbest bir karboksil grubu vardır. Bu şekilde başka bir aminoasit, amino grubunu vererek bir başka peptit bağ daha oluşturabilir. Bu süreç yüzlerce veya binlerce aminoasit 'atıkları' (iki aminoasidi birleştiren kimyasal reaksiyon sonucu artan parçalar) içeren bir makro molekül oluşana kadar devam eder. Bu makro moleküller *polipeptit* veya *protein* olarak bilinirler.

Tipik bir protein elli ile üç bin arası aminoasit parçacığı içerir. Bir proteinin aminoasit sırasına *birinci yapı* adı verilmektedir. Tamamlanmış bir proteinin bir ucunda N-terminal sonu adı verilen serbest bir amin grup, diğer ucunda ise C-terminal sonu denilen serbest bir karboksil grubu vardır. Bir proteinin aminoasit sıralaması klasik olarak N-terminalinden başlayarak C-terminaline doğru uzanır. N'den C'ye olan hat üzerinde birleşmiş aminoasit proteinlerine *omurga* denir ve yan zincirdekiler dışında bütün atomları kapsar.

Yeni oluşmuş protein, yuvarlak bir zincir gibi dolaşıp durmaz. Etkileyici bir süreç sonunda neredeyse bütün biyolojik proteinler, çok hassas yapılar oluşturacak şekilde katlanıp şekillenirler. (Şekil A-3) Farklı proteinler için farklı şekiller olabilir. Bu şekilleri belirleyen sebepler arasında bir pozitif yüklü yan zincirin, negatif yüklü yan zinciri çekmesi ve iki hidrofobik yan zincirin bir araya gelip suyu dışarıya atması, büyük yan zincirlerin küçük alanların dışına çıkması ve benzeri nedenler gösterilebilir. Saniyenin bir bölümü ile birkaç dakika arasında değişen bir sürede ger-

ŞEKİL A-3
PROTEİN YAPISININ DÖRT SEVİYESİ.



çekleşen atlanma sürecinin sonucunda, iki farklı protein birbirinden çok farklı şekillere katlanabilirler. Ve ev aletleri gibi, eğer şekilleri önemli ölçüde değişecek olursa görevlerini yapamazlar.

Proteinler katlandıklarında bükülen bir ip gibi olmazlar, katlanmanın belirli bir düzeni vardır. Bir protein katlanmadan önce polar omurga atomları (peptit bağda bulunan oksijen, azot ve hidrojen atomları) suyla, hidrojen bağı adı verilen bağları oluştururlar. Bir hidrojen bağı, kısmen elektrik yüküne sahip bir peptit hidrojen veya azot atomu ile suyun kısmen pozitif yüklü hidrojen atomları bağ oluşturduğunda meydana gelir. Ancak bir protein katlandığı zaman bütün (neredeyse bütün) suyu dışarıya atmalıdır ki, yağlı yan zincirle etkin bir biçimde paketlenebilsin. Bu bir problem çıkarır: polar peptit atomlar katlanan proteinde ters elektrik yüküne sahip eşler bulmalıdırlar, yoksa protein katlanmaz.

Proteinler bu problemi iki şekilde çözerler. İlk olarak , proteinin segmentleri bir a-helix oluşturabilirler. Bu yapıda proteinin omurgası sarmal oluşturur. Sarmalın geometrisi peptit grubun oksijenin tam ileriye doğru işaret etmesini ve zincirin arkasındaki dört aminoasit parçasındaki hidrojenle bağ yapmasını sağlar. Bir sonraki segment, ondan dört öncekiyle hidrojen bağı oluşturur ve bu şekilde devam eder. Genellikle bir A-helix altıgen yapısı sona ermeden (protein zincirinin sona ermesi şart değildir) önce, beş ile yirmi beş arasında aminoasit parçasına sahip olmuştur. a-helix yapısı peptit atomlara hidrojen bağı yapmaya izin verirken, protein bir bütün şeklinde katlanabilir. Peptit atomlarının düzenli hidrojen bağı yapmasına izin veren bir başka tür de (î-pilili tabakalardır ve buna kısaca (3-tabakası denebilir. Bu yapıda protein omurgası bir örgü gibi aşağı yukarı kıvrılır ve peptit atomlar protein zincirine dik olarak dışarı çıkarlar. Zincir daha sonra kendi etrafında döner ve dönen tutamdaki oksijen atomları ilk tutamdakilerle hidrojen bağı oluştururlar. Alfa sarmalları gibi betalar da polar omurganın hidrojen bağ yapmasına izin verirler.

Alfa ve beta yapılar proteinin *ikincil yapılan* olarak bilinirler. Tipik bir protein sarmallarındaki ve tabakalardaki aminoasit segmentlerinin yüzde ellisi ile altmışını kullanırlar. Kalan segmentler, ikincil yapının parçaları arasındaki dönüşlerde kullanılır. Çoğu durumda küresel bir protein oluşturmak amacıyla katlanırlar. İkincil yapıların elementlerinin katlandığı şekle proteinin *üçüncül yapısı* (Şekil 3-a) adı verilir. Katlanma için gerekli itme gücü yan zincirlerdeki yağlı yapıdan kaynaklanmaktadır. Ayrı bir katman oluşturmak için yağın sudan ayrılması gibi yağlı,

hidrofobik yan zincirler proteinin içinde sudan kurtarılmış bir alan yaratmak için bir araya gelirler. Ancak hatırlanacağı gibi bazı yan zincirler, polar veya elektrik yüklüdürler ve suyun içinde kalmak isteyeceklerdir. Aminoasit dizilişi ile birlikte yağlı ve polar yan zincirler, hidrofobik grupları proteinin içerisinde ve hidrofilik gruplan da proteinin dışarısında bırakacak şekilde katlanma isteği proteinin belirli bir yapıda katlanması için gerekli bilgiyi sağlar.

Protein katlanmasına özellik katan bir başka faktör daha vardır. Bütün katlanmış proteinlerde bazı polar yan zincirler kaçınılmaz olarak gömülürler. Eğer gömülen polar atomlar hidrojen bağı için eş bulamayacak olurlarsa, protein destabilize olur. Pek çok proteinde gömülen polar atomların yüzde doksanı diğer yan zincirler veya protein omurgasında bağ yapabilecek eşlerini bulabilirler. Bir proteinin katlanması – hidrofilik ve hidrofobik gruplarına uygun ortam sağlayarak ve hidrojen bağı şebekesi oluşturarak – üç boyutlu bir bulmacaya benzetilebilir.

Sık sık, birkaç ayrı polipepti çok özel bir şekilde bir araya gelerek bir tek varlıkmış gibi işlev gören kompozit yapılar oluştururlar. Bu tip durumlarda ilgili polipeptidler çeşitli alt birimlerden oluşmuş tek bir protein gibi ele alınır. Örneğin oksijen taşıma görevine sahip bir protein olan hemoglobin, oksijen taşıma özelliğinden yoksun dört polipeptitten oluşur. Bu fonksiyonel biyolojik protein dört polipeptitin karmasıdır. Ayrı polipeptitlerin bir proteindeki özel dizilişlerine dördüncül yapı adı verilir. (Şekil A-3)

NÜKLEİK ASİT YAPISI

Proteinler gibi nükleik asitler de, *nükleotid* adı verilen küçük yapı taşlarından oluşan polimerlerdir. Bir nükleotidin çeşitli parçaları vardır. Birinci kısmı riboz (RNA'daki) veya deoksiriboz (DNA'daki) olan karbonhidrat molekülüdür. Riboza adenin (A), sitadin (C), guanin (G) veya urasil (U) olan *dört bazdan* birisi eklenir. Eğer karbonhidrat deoksiriboz ise U, timin (T) adındaki benzer bir bazla yer değiştirir. A, C ve G deoksiriboz ile birlikte kullanılabilirler. Karbonhidrat çemberinin (5 OH veya beş ana hidroksil grubu) farklı bir bölümüne, fosfat grubu bağlanır. Bir nükleoitidin şeker-fosfat kısmı bir aminoasidin omurgasına benzerdir ve bazlarda aminoasidin yan zincirlerine benzerdir. Bir nükleotidi bir diğerinden farklı kılan tek şey bazdır.

İki nükleotid, bir nükleotidin fosfatının diğer mükleotidin karbonhid-

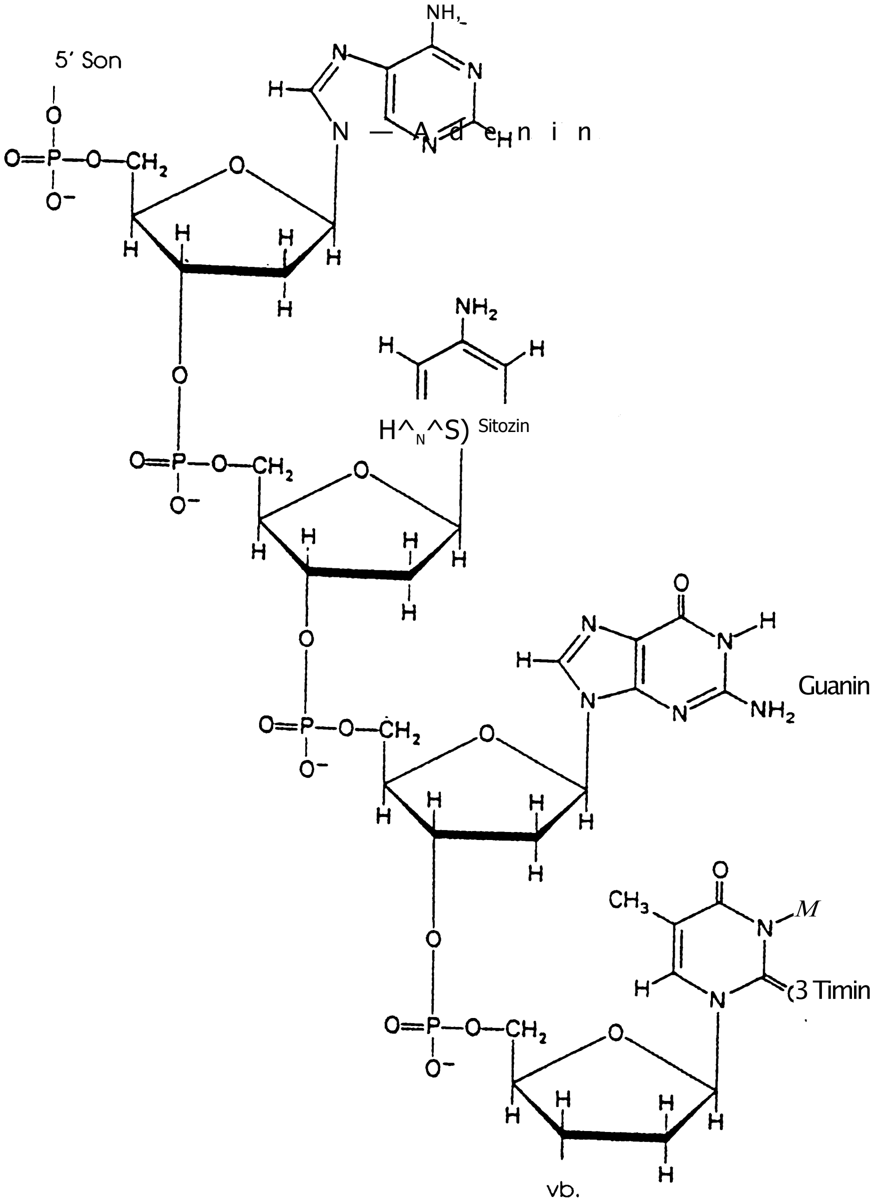
rat kısmındaki 3-OH grubu ile reaksiyona girmesiyle kimyasal olarak bağlanabilir. (Şekil A-4) Bu yine de bir uçta serbest bir fosfat grubu, diğer uçta da serbest bir 3'-OH grubu kalmasını sağlar ve bu şekilde başka nükleotidlerle de tepkimeye girilebilir. Bu sürecin tekrarlanması çok uzun polinükleotidlerin oluşmasını sağlar. Hücresel RNA, yetmiş ile ellibin arasında nükleotid uzunluğuna sahip olabilir. Bir tek DNA molekülü ise birkaç binle, milyarlar arasında değişen sayılarda nükleotidden oluşabilir. Bir polinükleotidin sıralaması ise geleneksel olarak 5'inci sondan 3'üncü sona doğru yazılır.

Hücresel RNA'lar tekli polinükleotid zincirler olarak bulunurlar. RNA'nın birkaç biyolojik sınıfı mevcuttur. İlkine *haberci* RNA (mRNA) adı verilir. Bu sınıfın üyeleri DNA genlerinin sadık kopyaları olarak üretilmişlerdir. mRNA tarafından taşınan genetik bilgi daha sonra protein sentez cihazı olarak bir protein üretmek için yorumlanır. İkinci tip RNA'ya *ribozomal* (rRNA) adı verilmektedir. Bu sınıftaki polinükleotidler, protein sentezinin ana parçası olan ribozomların oluşturulması için çok sayıdaki protein ile birleşir. En büyük RNA kategorisi ise *transfer* RNA (tRNA) adı verilenlerdir. Bu sınıfın üyeleri göreli olarak daha küçük olup, yetmiş ile doksan arası nükleotide sahiptir ve mRNA ile ribozomun hareketi sonucu üretilen büyümekte olan protein arasında "adaptör" görevi görürler.

Hücresel DNA, çift sarmal bir molekül olarak bulunur - hidrojen bağlarıyla kuvvetlice tutulan birbirine geçmiş iki polinükleotid (ünlü çift sarmal)'. Bunun nedenini anlayabilmek için polinükleotidleri oluşturan bazların yapısına bakmak gerekmektedir (Şekil A-4). Nükleotidler iki gruba ayrılabilirler. Daha büyük bazları (birbirine geçmiş iki halka) taşıyan pürinler (A ve G) ve tek halkaya sahip primidinler (C ve T). Eğer A ve T doğru yönlendirilirlerse, birbirleriyle iki hidrojen bağı oluşturabilirler ve G, C ile üç hidrojen bağı oluşturabilir. Hücrelerde bir sarmalda G bulunuyorsa, ikinci sarmalda C vardır, veya bunun tersi mevcuttur. Sarmalın birisinde A varsa, diğerinde T vardır. Bu şekilde iki sarmal birbirini tamamlayıcıdır. Hidrojen bağı için tam olarak yönlenmeyi sağlamak amacıyla iki sarmal, ikisi farklı yönlere doğru olmalıdır. Birisi 5'ten 3'e doğru ise diğeri 3'ten 5'e doğru olmalıdır. Ökaryotların DNA'sı iki tamamlayıcı çizgisel sarmala sahiptir ancak pek çok bakterinin DNA'sı şaşırtıcı bir biçimde dairesel sarmallara sahiptirler.

Bir hücredeki DNA miktarı, organizmanın karmaşıklığı ile doğrudan ilgilidir. Bakteriler birkaç milyon DNA nükleotidine sahiptir. Ökaryotik

ŞEKİL A–4
DÖRT NÜKLEOTİD İÇEREN BİR DNA PARÇASI.



hücrelerdeki DNA miktarı ise mantarlarda birkaç on milyondan, çiçek veren bitkilerde birkaç yüz milyarlara çıkabilir.

LİPİDLER VE POLİSAKARİTLER

Biyomoleküllerin diğer iki temel kategorisi lipidler ve polisakaritlerdir. Polisakaritler şeker polimerleri veya onların türevleridir ve çok çeşitli rol oynarlar. Bitkilerde bulunan selüloz gibi yapısal materyal ve karaciğerde depolanan glikojen gibi enerji kaynakları olarak kullanılabilirler. Lipidler; nükleik asitler, proteinler ve polisakaritlerin aksine ayrı yapı taşlarından oluşan polimerler değildirler. Her bir lipid molekülü temel başlangıç materyallerinden sentezlenmelidir. Lipidler makro moleküller değildirler ve ancak zar gibi yapıları oluşturmak için işbirliğine girebilirler.

TRANSKRİPSİYON

DNA'daki genetik bilgi, bir polinükleotiddir. Ancak taşıdığı bilgi hücreye nasıl polipeptit – protein– yapacağını iletir. Bu bilgi, bir polimer dilinden diğerine nasıl çevrilmektedir? DNA'nın çift sarmallı yapısının keşfinden kısa bir süre sonra fizikçi George Gamow genetik bilginin şifrelenmiş bir şekilde saklandığını ve bilginin ifade edilmesinin polinükleotidin şifresinin çözülmesini ve mesajın proteinlerin polipeptit diline çevrilmesini içerdiğini söylemiştir. Şifrenin özel yapısı hakkında hata yapmış olmasına rağmen, Gamou/un iç güdüleri haklıydı.

1960'ların başında şifre çözüldü. Nobel ödüllü Marshall Nirenberg, Severo Ochoa, H. Gobind Khorona ve çalışma arkadaşları şifrede bir aminoaside karşılık gelen birbirinin devamı üç nükleotidin olduğunu söylediler. (Şekil A–5) Üç baza ait 'kodon'lar, hücre tarafından kullanılmaktaydı, böylece genetik kod yedeklenmiş, yani birkaç farklı kodon aynı aminoaside karşılık gelmekteydi. Örneğin ACU, ACC, ACA ve ACG aminoasit treonine işaret etmektedir. Çoğu aminoasidin kendilerini işaret eden iki veya daha fazla kodonu mevcuttur, ancak bir taneye sahip birkaç tane de mevcuttur. Varolan 64 kodonun 61 tanesi aminoasitleri işaret eder, geriye kalan üç tane ise "dur" anlamında kullanılır. Şifre çözme mekanizması bu özel işaretlerden bir tanesi ile karşılaşınca proteinin üretimini o noktada durdurur.

DNA'da saklı olan bilginin elde edilmesinde mevcut aşamalar *trans–*

kripsiyon ve *translasyon* (çevirim) adı verilen iki kavramsal bölüme ayrılabilirler. Özetle transkripsiyon sırasında bir hücre, bir protein şifresi içeren DNA'sının (gen denilebilir) küçük bir kısmının RNA kopyasını oluşturur. Translasyonda ise RNA'daki bilgi, proteinin üretimi için kullanılır.

Bir genin transkripsiyonu büyük DNA zincirinin neresinden başlanacağı gibi bir takım kararları içerir. Başlama pozisyonunda, "promoters" adı verilen birkaç özel DNA sırasıyla işaretlenir. Prokaryotlarda, "-35 Bölgesi" adı verilen bir DNA nükleotid dizilimi (genellikle TCTTGACAT) bir genden otuzbeş nükleotid önce başlar. "Pribnovv kutusu" ismi verilen bir başka dizilim (genellikle TATAAT) transkripsiyonun başlayacağı bölgeden itibaren, yaklaşık beş ile on baz çiftinde başlar. Benzer sinyallere ek olarak, ökaryotların da "yükseltici" adı verilen ve transkripsiyon başlama bölgesinden binlerce baz çift ötede olan DNA sıraları vardır. "Yükseltici"ler, bir genin transkripsiyon hızını önemli ölçüde etkiler.

Transkripsiyonun başlaması için, prokaryotlarda RNA *polimeraz* adı verilen bir enzim DNA'ya yapışır. RNA polimeraz, beş polipeptit bağın-

ŞEKİL A-5

UUU	Phenylalanine	UCU		UAU	Tyrosine	UGU	Cysteine
UUC		UCC	Serine	UAC		UGC	
UUA		UCA		UAA	Stop	UGA	Stop
UUG		UCG		UAG		UGG	Tryptophan
CUU	Leucine	CCU	Proline	CAU	Histidine	CGU	
CUC		CCC		CAC		CGC	Arginine
CUA		CCA		CAA	Glutamine	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU		ACU		AAU	Asparagine	AGU	Serine
AUC	Isoleucine	ACC	Threonine	AAC	AGC		
AUA		ACA		AAA	Lysiene	AGA	Arinine
AUG	Methionine	ACG		AAG		AGG	
GUU		GCU		GAU	Aspartic acid	GGU	
GUC	Valine	GCC	Alanine	GAC		GGC	Glycni
GUA		GCA		GAA	Glutamic acid	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

dan oluşur. İlk olarak enzim DNA'ya gevşekçe bağlanır ve genin promoter bölgesini bulana kadar kayar. Bulduğu zaman ise proteinin o ismi verilen alt birimi, promoter DNA sırasını tanır. RNA polimeraz, poromoter sırasını bulduğu zaman işi biten a kayarak uzaklaşır, o'hun gitmesiyle, RNA polimeraz DNA'ya sıkıca yapışır ve DNA artık serbestçe hareket edemez. Artık işe başlamıştır. RNA polimeraz DNA'nın 10 çift bazını "eritir". Bu bölgedeki polinükleotid sarmallarını ayırır. Bu RNA zincirinin DNA karşılığını hidrojen bağıyla okuyabilmesi için gereklidir. Şimdi ise polimeraz transkripsiyonun başladığı ilk DNA bazına karşılık gelen ribonükleotidin aktif haline bağlanır. Daha sonra ikinci DNA bazına karşılık gelen, ikinci ribonükleotide bağlanır.

İlk iki doğru ribonükleotid karşılığa uydukları takdirde RNA polimeraz onları kimyasal olarak birbirine bağlar. Polimeraz daha sonra DNA karşılığı boyunca bir pozisyonda ilerler ve ilerledikçe DNA sarmallarını açar. Bu aşamalar oldukça hızlı bir şekilde, saniyede yirmi ila elli nükleotid olmak üzere oldukça hızlı ilerler.

Transkripsiyon, bir soruna neden olur: polimerazın altılı DNA sarmalı boyunca ilerlemesi, DNA'nın polimerazın ilerisinde gereğinden fazla birbirine karışmasına neden olacaktır. Ve eğer topoisomeraz isimli başka bir protein DNA'yı açmazsa transkripsiyonun yavaşlamasına veya tamamıyla durmasına neden olacaktır. Bunu karmaşık bir manevra ile gerçekleştirir – DNA'nın karışmış kısmını keser, kesilmemiş DNA sarmalını kesilmiş olanın üzerinden geçirir ve daha sonra kesiği tekrar kapatır.

RNA polimerazı özel bir DNA sırasına rastlayınca transkripsiyon sona erer. Prokaryotlarda bu altı veya yedi tane GC baz çifti içeren ve aynı uzunlukta AT baz çifti içeren bir bölgeyle takip edilen palindromik bir bölgedir. Bütün hepsi olmamakla birlikte, bazı genler polimerazın[5] DNA'dan ayrılması için p adı verilen ek bir proteine ihtiyaç duyarlar.

GEN REGÜLASYONU

Tipik bir bakteri hücresi, binlerce tipik memeli hücresi gibi on binlerce gen içermektedir. Bir hücre, genin kopyalanması gerektiğini ve mevcut binlerce arasından özellikle hangisinin seçileceğini nereden bilmektedir? "Gen regülasyonu" önemli bir araştırma konusudur. Pek çok detayın keşfedilmesine rağmen bir o kadarı da karanlıkta kalmaktadır. Ama gen regülasyonunun en basit örneği, bakteriyofaj A.'nm hayat çevriminin regülasyonudur. Virüslerin prokaryotik benzerleri olan bakte–

riyofajlar, protein kılıfın içerisinde olan DNA parçacıklarıdır. Kendisinin kopyalarını çıkarabilmek amacıyla önce uygun bir bakteri hücresi bulur, kendisini bu hücreye yerleştirir ve DNA'sını ev sahibi hücrenin içerisine enjekte eder. Faj'dan gelen DNA'lar yaklaşık elli tane geni şifreleyecek kadar kısadır. Bu kendi çoğaltma mekanizması için yeterli değildir, bu nedenle faj akıllıca davranıp ev sahibi hücrenin mekanizmasını ele geçirir. Özetle faj kendi kendine yetemeyen bir asalaktır.

Bazı zamanlarda ise bakteriyofaj *X*, bir hücreyi işgal ettiğinde hücre onun o kadar çok kopyasını üretir ki, sonunda patlar. Buna *litik çevrim* adı verilir. Ancak başka zamanlarda *X*, kendi DNA'sını bakterinin DNA'sı içine ekleyerek iki taneden tek bir molekül oluşturur. Burada *X*-DNA sakince bekler ve hücre bölündükçe o da çoğalır. Buna da *lizogenik çevrim* adı verilmektedir. Bakteri, belki birkaç jenerasyon sonra, bir sorunla karşılaştığında (örneğin yüksek dozda ultraviyole ışığa maruz kaldığında) bakteri DNA'sındaki *X*, DNA-litik moda geçer. Bu aşamadan sonra kendisinin yüzlerce kopyasını yapar ve hücreyi patlatarak yeni bakteriyofajları ortaya saçar.

Bakteriyofaj A.'yı, lizogenikten litik çevrime yönlendiren nedir? Bakteriyofaj DNA, hücreye girdiğinde RNA-polimeraz, bakteriofaj-X transkripsiyon promoterine yapışır. Oluşan ilk genler "integras" adı verilen ve X.-DNA'yı bakteri- DNA'sına ekleyen bir enzimdir. Enzim bunu *X*-DNA'yı ev sahibi hücrenin DNA'sının benzer bir sıraya sahip olduğu noktadan keser. Aynı enzim bakteri-DNA'sını da bu noktadan keser. Bu her iki DNA parçasını birbirlerine karşılık gelen ve hidrojen bağ yapabilecekleri açık"yapışkan" uçlarla bırakır. Birleştirme enzimi daha sonra bu iki DNA parçasını birleştirir.

Başka bir *X* geni de, "baskılayıcı" adı verilen bir proteini şifreler. RNA polimerazın, litik çevrimi başlatmak için bağlanması gereken *X*-DNA sırasına, baskılayıcı sıkıca bağlanır. Ancak baskılayıcı olduğu sürece A.-RNA polimeraz bağlanamaz, dolayısıyla litik çevrim de başlamaz. Baskılayıcının bağlanabileceği tek sıra halinde üç yer mevcuttur. Baskılayıcı, birinci bölgeye İkinciden ve ikinci bölgeye de üçüncüden daha sıkı bağlanır. Üçüncü yer, baskılayıcının kendisini şifreleyen promoteri kapsar. Bu sıralama üçüncü yer dolana ve sentezlenmeyi durdurana kadar baskılayıcının sürekli olarak sentezlenmesini sağlar. Eğer baskılayıcının konsantrasyonu üçünce yerden ayrılmasına neden olacak kadar düşerse, baskılayıcı gen yine çalışmaya başlar.

Bu mekanizma ile *X*, kendi üretimini düzenler. Bazı kimyasalların

mevcudiyetinde, mor ötesi ışıklar veya yıkıcı diğer araçlar söz konusu olduğunda özellikle *X* baskılayıcısı, parçalayan bir enzimin geni gibi çalışmaya başlar. Baskılayıcı, birinci yerden çıkartıldığında, Cro adındaki bir protein faaliyete geçer. Cro proteini kuvvetlice üçüncü *X* baskılayıcı bağlama bölgesine bağlanır. Bu şekilde onu tamamıyla kapatarak bakteriyofajın litik çevrimini başlatır. Artık X-DNA'nın kopyasını yapmak ve onlara protein kılıf hazırlamak için gereken bütün genler şifrelenmiştir.

Bakteriyofaj X'nın hayat çevriminin kontrolü, gen regülasyonunun en basit örneklerindendir. Ancak yine de genlerin çoğunun *X* sistemine benzer sistemlerle, bir genin başlatılmasına dair pek çok geri iletim sistemiyle donatılmış şekilde regüle edildiği düşünülmektedir.

TRANSLASYON – ÇEVRİM

Haberci RNA üretilir üretilmez, yapılan görev mesajın bir proteine çevrilmesine döner. Bu süreç en iyi şekilde prokaryotlarda anlaşılır.

Şifresi çözümlenmiş bir mRNA, ribozom adı verilen bir parçacıkla bağlıdır. Ribozomlar, 52 ayrı proteini (çoğu çoklu kopya şeklinde mevcuttur) ve 120, 1542 ve 2904 nükleotidden oluşan, 3 RNA içerir. Ribozom, 30S alt birim – 50S alt birim adı verilen iki büyük parçaya[5] bölünebilir. Ribozom inanılmaz bir biçimde kendi kendini yenileyebilmektedir. Deneylerde, ribozomların kendisini oluşturan parçalarına ayrıldığı ve tekrar karıştırıldığı zaman, uygun şartlar mevcutsa kendiliğinden yine eski halini oluşturabileceğini göstermiştir.

Ribozom, RNA polimeraza benzer bir probleme sahiptir. Ribozom, çevrimi başlatmak için mRNA'daki noktayı bulmalıdır. Prokaryotlarda bu nokta Shine-Dallagarno sırası adı verilen ve başlangıç noktasından yaklaşık on nükleotid yukarıda olan bir yer olarak işaretlenmiştir. Başlangıç AUG'nin ilk ardışık sırasında başlar (AUG aminoasit metionini şifreler). Ökaryotlarda ise başlangıç 5'inci sondan itibaren ilk AUG'de başlar.

Ribozomlar doğrudan mRNA'ya bağlanamazlar, diğer başka faktörler de etki eder. Prokaryotlarda *başlangıç faktörleri* adı verilen ve IF-1, IF-2, ve 1F-3 olarak etiketlenen proteinler gereklidir. Çevrimin başlaması için IF-1 ve IF-3, 30S ribozomal alt birime bağlanır. Bu kompleks daha sonra, daha önceden oluşmuş IF-2'ye bağlı metionin taşıyan bir tRNA molekülüne (1) ve başlangıç bölgesindeki mRNA molekülüne bağlanır (2). Daha sonra 50S ribozomal alt birim, büyüyen komplekse bağlana-

rak IF-1, IF-2 ve IF-3'ün düşmesine neden olur. Ökaryotlardaki çevrim başlangıcı, benzer aşamalardan geçer ancak başlatma faktörleri on veya daha fazla olabilir.

Bir sonraki aşamada, ikinci bir tRNA molekülü uzatma faktörü Tu (Ef-Tu) ile işbirliği yapar ve uygun aminoasidi taşıyarak ribozoma bağlanır. Peptit bağ, ribozom tarafından taşınan iki aminoasit arasında oluşur. Artık birinci tRNA. iki aminoasidini kaybetmiş ve ikinci tRNA'ya da iki kovalent bağlı aminoasit parçası kalmıştır. Bu noktada birinci tRNA ribozomdan çözülerek ayrılır, ikinci tRNA daha önce birinci tRNA tarafından işgal edilen yere taşınır ve ribozom mRNA, tam üç nükleotid aşağıya hareket eder. Bu translasyon süreci şimdilik nedeni tam olarak bilinmese de, EF-G adı verilen başka bir proteine gereksinim duyar.

Bu aşamalar ribozom "dur" kodonuna karşılık gelen serbest bir nükleotid sırasına gelene kadar sürer. *Serbest bırakma faktörü* adı verilen bir başka protein, dur kodonuna bağlanarak ribozomun oradan hareket etmesini engeller. Ayrıca, serbest bırakma faktörü ribozomun davranışını değiştirir. mRNA'nın üzerinde oturup serbest bırakma faktörünün hareket etmesini beklemektense, ribozom hâlâ bağlı bulunduğu en son tRNA molekülünün tamamlanmış peptit zincirini keser ve protein serbest olarak solüsyonun içerisinde yüzer. Artık etkin olmayan ribozom mRNA'dan ayrılarak başka bir protein sentezi sürecini başlatmak için serbestçe dolaşarak uzaklaşır.

Bu kısa özette belirtilemeyecek kadar başka birçok faktörler de translasyon-çevrim sisteminin işlevi için gereklidir. Bunlar kimyasal olarak doğru aminoasidi doğru tRNA'ya yerleştirecek enzimleri, çevrimin doğruluğunu kontrol edecek çeşitli mekanizmaları, aktive edilmiş nükleotid GTP şeklinde kimyasal enerjileri içerir. Bu özet okuyucuya hem genetik bilginin ifade edildiği süreçle ilgili ve bu ifadede ne tip inceliklerin dahil olduğu ile ilgili bir fikir verir.

DNA REPLİKASYONU

Bütün hücrelerin hayatında bölünme düşüncelerinin olduğu bir dönem vardır. Hücre bölünmesinde esas önemli konu, genetik bilginin kopyalanıp bozulmadan taşınmasıdır, bu görev için çok büyük bir çaba harcanmaktadır.

1957 yılında Arthur Kornberg, belli bir enzimin aktif hale gelmiş deoksinükleotidleri, Kornberg'in tepkime karışımına koyduğu herhangi bir

DNA "karşılığımın tam bir kopyası olan yeni bir DNA molekülüne *polimerize* ettiğini ispatladı. Bu enzime DNA *polimeraz 1* (pol 1) adını verdi. Bakış bilimsel çevreleri çok heyecanlandırmıştı. Ancak geçen yıllar Pol l'in temel görevinin hücre bölünmesi sırasında DNA sentezlemek olmadığını, daha çok morötesi ışınlar ve mutajenler gibi diğer çevresel etkiler nedeniyle zarar gören DNA'ları onarmak olduğu anlaşıldı. Daha sonra diğer iki DNA polimerazı olan Pol II ve Pol III keşfedildi. Pol Il'nin görevi hâlâ pek anlaşılamamıştır, bu enzime sahip olmayan mutant hücreler, gözle görülür bir eksiklik sergilememektedirler. Pol III, DNA replikasyonunda temel görev yapan bir enzim olarak tanımlanmıştır.

DNA polimerazı III, aslında 300 ile 1100 aminoasit segmenti arasında uzunluğa sahip yedi farklı kompleksten oluşur. Bu alt birimlerden yalnızca bir tanesi gerçek kimyasal birleştirmeden sorumludur, diğer alt birimler kritik ek fonksiyonlarda görev alırlar. Örneğin polimerize alt birimleri on ile on beş arası nükleotidleri birleşirdikten sonra, DNA karşılığından ayrılma eğilimindedirler. Eğer bu hücrede de gerçekleşecek olsaydı polimeraz replikasyon tamamlanmadan önce birkaç yüz kez geri atlamak zorunda kalacaktı ve replikasyonu çok yavaşlatacaktı. Ancak yedi alt birimiyle birlikte tam bir Pol III bütün DNA karşılığı (bazen milyonlarca baz çifti uzunluğunda olabilir) kopyalanmadan ayrılmaz.

Polimerleştirme faaliyetine ek olarak Pol Ul'ün 3'->-5' nukleaz faaliyeti de vardır. Bu polimerleşmiş DNA'ları 3' ucundan, 5' ucuna doğru başlayarak serbest nükleotidlere çevirebilir anlamı taşır. Neden bir polimeraz DNA'yı ayırabilsin? Pol IH'ün nükleaz faaliyetinin kopyalama sürecinin doğruluğunu güvence altına almak açısından çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Yanlış bir nükleotidin büyüyen DNA zincirine eklenmiş olduğunu farz edin, Pol IH'ün nükleaz fonksiyonu geri dönmesini ve yanlış nükleotidi çıkarmasını sağlayacaktır. Doğru çiftlenmiş nükleotidler nükleaz faaliyetine karşı dirençlidirler. Bu aktivitenin adı doğrulamadır ve eğer olmasaydı DNA kopyalanırken binlerce hata oluşacaktı.

DNA replikasyonu, "replikasyon orijini" olarak bilinen belirli bir DNA parçacığında başlar ve ana DNA'nın, her iki yönünde hızlıca ilerler. Replikasyon sırasında halledilmesi gereken ilk görev transkripsiyonda olduğu gibi iki ana DNA sarmalının ayrılmasıdır. Bu *DnaA* proteinin görevidir. Sarmallar ayrıldıktan sonra *DrıaB* ve *DnaC* adı verilen iki protein devreye girer ve tekli tutama bağlanırlar. Büyüyen açık uçlu DNA'ya iki yeni protein daha eklenir, *tek tutam bağlama proteini*

(SSB) DNA kopyalanırken iki DNA tutamını ayrı tutar. Ve kompleks oluşumu sırasında çift sarmal DNA'da ortaya çıkan karışıklıkları çözer.

Bu noktada DNA polimeraz sentezlemeye başlar. Ancak bazı problemler ortaya çıkar. DNA polimerazı, RNA polimerazının transkripsiyonu başlattığı gibi iki nükleotidi birbirine bağlayarak sentezlemeye başlayamaz. DNA enzimi sadece mevcut nükleotide yeni nükleotid ekleyebilir. Bu nedenle hücre açık DNA karşılığının üzerinde kısa bir RNA sırası yapmak için bir enzim kullanır. Bu enzim iki nükleotidde RNA sentezini başlatabilir. RNA zinciri on nükleotid boyuna ulaştığı zaman DNA polimerazı RNA'yı kullanarak sonuna deoksinükleotidler ekler.

İkinci problem, replikasyon "çatal"ı açıldığı zaman ortaya çıkar. Yeni DNA'nin tutamlarından bir tanesi zorluk çıkmadan devam eder. Bu polimerazın 3'->-5' doğrultusunda okurken 5'-*-3' doğrultusunda yapmış olduğu tutamdır. Ancak ikinci tutam nasıl sentezlenecektir? Eğer doğrudan yapılacak olursa polimeraz karşılığı 5'-*~3' doğrultusunda okuyacak ve yeni tutamı 3'-*-5' doğrultusunda sentezleyecektir. Teorik olarak bunun neden gerçekleşmediği açıklanamamakla birlikte, hiçbir bilinen polimeraz 5'->-3' yönünde okuyamamaktadır. Bunun yerine, DNA açıldıktan sonra çatala yakın yerde RNA primer yapılır ve DNA sentezi 5'-^3' yönünde gerisin geri işlemeye başlar. Bu kısımdaki sentezlenmenin ilerleyebilmesi için replikasyon çatalı açılıncaya kadar beklenilmeli, başka bir RNA primeri yapılmalı ve DNA sentez prosedürü daha önce sentezlenmiş kışıma doğru gerisin geri başlamalıdır. RNA primerler ayrılmalı ve boşluklar DNA ile doldurulmalı ve DNA'nın uçları birbirine tutturulmalıdır. Bu birkaç enzim daha gerektirmektedir.

Prokaryotik DNA replikasyonunun yukarıda anlatılan tanımı çok sayıda laboratuvarın olağanüstü çabalarıyla bir araya gelmiştir. Ökaryotik DNA'nin replikasyonu çok daha karmaşıktır dolayısı ile hakkında bilinenler de daha azdır.

Notlar

Önsöz

1. Cameron, A.G.W.(1988) "Origin of the Solar System", Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 26, 441-472.

2. Johnson, P.E. (1991) Darwin on Trial, *Regenery Gatewav, Washington, DC, bölüm.5; Mayr, E. (1991) One Long Argument, Harvard University Press, Cambridge, MA, s.35-39.*

Bölüm 1

1. Biyokimya derken, hayatı moleküler seviyede inceleyen tüm bilim dallarını kastediyorum. Bilimin kendisi moleküler biyoloji, genetik ueya embriyoloji olarak farklı adlar alsa da, tanım hepsini kapsıyor.

2. Burada yapılan tarihi çizimin kaynağı: Singer, C. (1959) A History of Biology; Abelard-Schuman, Londra. Başka kaynaklar Taylor, G.R. (1963) The Science of Life, McGraw-Hill, New York; Magner, L.N. (1979) A History of the Life Sciences, Marcel Dekker, New York.

3. Weiner J. (1994) The Beak of Finch, Vintage Books, New York.

4. Darwin, C. (1872) Origin of Species, 6. baskı. (1988), New York University Press New York, s. 151.

5. Görmenin kimyası ile ilgili açıklayıcı özet bilgiyi şu kaynaktan bulabilirsiniz. Devlin T M (1992) Textbook of Biochemistry, Wiley-Liss, New York, s.938-954.

6. İzole edilmiş topluluklarda beklenen biçimlerde görüldüğü gibi.

7. Farley, J. (1979) The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Ooarin John Hopkins University Press, Baltimore, s.73.

8. Mayr, E. (1991) One Long Argument, Harvard University Press, Cambridge, bölüm.9.

Bölüm 2

1. Mann, C. (1991) "Lynn Margulis: Science's Unruly Earth Mother," Science, 252, 378-381.

2. Eldredge, N. (1995) Reinventing Daruin, Wiley, New York, s.96.

3. Eldredge, N., ve Gould S.J. (1973)"Punctuated Eçuilibria: An Alternative to Phyletic Gradu'alism", Models in Paleobiology, ed. T.J.M. Schopf, Freeman, Cooper and Co., San Francisco, s.82-115.

4. Beardsley, T. "Weird Wonders: Was the Cambrian Explosion a Big Bang or a Whimper?" Scientific American, Haziran 1992, s. 30-31.

5. Ho, M. W., ve Saunders, P.T. (1979) "Beyond Neo-Darwinism-An Epigenetic Approach to Evolution", Journal of Theoretical Biology 78, 589.

6. McDonald, J.F.(1983) 'The Molecular Basis of Adaptation", Annual Reuiew of Ecology and Systematics 14, 93.
7. Miklos, G.L. G (1993) "Emergence of Organizational Compîexities During Metazoan Euolution: Perspectiues from Molecular Biology, Paleontology and Neo-Darwinism", Memoirs of the Association of Australasian Paleontologists 15, 28.
8. Orr, H.A., ve Coyne, J.A. (1992) 'The Genetics of Adaptation: A Reassessment," American Naturalist, 140, 726.
9. Endler, J.A., ue McLellan, T. (1988) "The Process of Euolution: Toıuard a Neuuer Synthesis," Annual Review of Ecology and Systematics, 19, 397.
10. Yockey, H. (1992) Information Theory and Molecular Biology, Cambridge Üniversite Press, Cambridge, İngiltere, Bölüm 9.
11. Kaplan, M. (1967) "Welcome to Participants" in Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution, ed. P.S.Moorhead ve M.M.Kaplan, Wistar înstitute Press, Philadelphia, s. vii.
12. Schützenberger, M.P. (1967) "Algorithms and the Neo-Darwinian Theory of Evolution" in Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution, ed. P.S. Moorhead ve M. M. Kaplan, Wistar înstitute Press, Philadelphia, s.75.
13. Kauffman, S. (1993) The Origin of Order, Oxford University Press, Oxford, England, s.xiii.
14. Smith, J.M. (1995) "Life at the Edge of Chaos?" New York Revieu), Mart 2, s. 28-30.
15. Mivart, St.G. (1871) On the Genesis of Species, Macmillan and Co., Londra, s.21
16. Aneshansley, D.J., Eisner, T., Widom, J. M., ve Widom, B. (1969) "Biochemistry at 100(C: Explosive Secretory Discharge of Bombardier Beetles" Science, 165, 61; Crovoson, R.A. (1981) The Biology of Coleoptera, Academic Press, New York, bölüm 15.
17. Hitching, E (1982) The-Neck of the Giraffe, Pan, Londra, s.68.
18. Dawkins, R. (1985) The Blind Watchmaker, W. W. Norton, Londra, s.86-87.
19. Eisner, T., Ball, G.E., Roach, B., Aneshansley, D.J., Eisner, M., Blankespoor, C.L., ve Meinvoald, J. (1989) "Chemical Defense of a Primitive Australian Bombardier Beetle (Carabidae) : Mystropomus regularis" Chemoecology, 2, 29.
20. Eisner, T, Alttypalle, Ball, G.E., Roach, B., Aneshansley, D.J., Eisner, M., Blankespoor, C.L., ve Meinıuald, J. (1989) "Chemical Defense of an Ozanine Bombardier Beetle from New Guinea," Psyche, 96, 153.
21. Hitching, s. 66-67.
22. Dawkins, s. 80-81.
23. Davukins, s. 85-86.
24. Darwin, C. (1872) Origin of Species, 6. baskı. (1988), New York University Press, New York, s. 154.
25. Davukins, R. (1995) River Out of Eden, Basic Books, New York, s.83.

Bölüm 3

1. Hücre tüycükleri ile ilgili genel bilgi şu kaynakta bulunabilir. Voet, D., ve J.G. (1995) Biochemistry, 2. baskı., John Wiley and Sons, Necu York, s. 1253-1259.

2. Bu sistemde başka bağlayıcılar da vardır. Örneğin dinein kolunun mikrotübül ile ilişkisi bir bağlantı rolü oynar. Önceden de bahsedildiği gibi, bir sistem en basit olduğu zannedilirken sanıldığından çok daha karmaşık olabilir. Tüycükler buna çok güzel bir örnektir.

3. Cavalier-Smith, T. *(1978) "The Evolutionary Origin and Phylogeny of Microtubules, Mitotic Spindles, and Eukaryote Flagella," BioSystems, 10, 93-114.*

4. Szathmary, E. (1987) "Early Evolution of Microtubules and Undulipodia", BioSystems, 20, 115-131.

5. Bermudes, D., Margulis, L., ve Tzertinis, G. (1986) "Prokaryotic Origin of Undulipodia," Annals of the New York Academy of Science, 503, 187-197.

6. *Cavalier-Smith, T. (1992) "The Number of Symbiotic Origins of Organelles",* BioSystems, *28, 91-106; Margulis, i (1992) "Protoctists and Polyphyly: Comment on The Number of Symbiotic ... ' by T .Cavalier-Smith," BioSystems, 28, 107-108.*

7. Science Citation îndex (Bilim Örnekleme Endeksi) araştırma çalışmalarına göre her yazı yılda bir defadan daha az sayıda yayınlanıyor.

8. Bakteri kırbaçları ile ilgili genel giriş bilgisini Voet ve Voet, s.1259-1260 adlı çalışmada bulabilirsiniz. Bakteri kırbacındaki motor sistemini detaylarıyla inceleyen bir başka kitap ise: Schuster, S.C., ue *Khan, S.(1994) 'The Bacterial Flagellar Motor," Annual Revieuu of Biophysics and Biomolecular Structure, 23, 509-539; Çaplan, S.R., ve Kara-Ivanov, M. (1993) "The Bacterial Flagellar Motor," International Review of Cytology, 147, 97-164.*

9. Voet ve Voet, s. 1260.

Bölüm 4

1. Kanın pıhtılaşması ile ilgili genel bilgi Voet, D., ve Voet, J.G. (1995) Biochemistry, John Wiley & Sons, New York, s.1196-1207. Daha ayrıntılı bilgi için; Furie B ve Furie, B.C. (1988) 'The *Molecular Basis of Blood Coagulation", Celi, 53, 505-518; Dauie, E.W., Fujikawa, K., ve Kisiel, W. (1991) "The Coagulation Cascade: Initiation, Maintenance, and Regulation", Biochemistry, 30, 10363-10370; Halkier, T. (1991) Mechanisms in Blood Coagulation, Fibrinolysis and the Complement System, Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere.*

2. *-Ogen son eki burada aktif bir molekülün, aktif olmayan halini temsi etme* k-tedir.

3. Faktör kelimesi genellikle araştırma sırasında kullanılır ve araştırılmakta olan nesnenin niteliği belirlenemediğinde özellikle bu kelimeye başvurulur. Bu nes ne protein, yağ, karbonhidrat veya başka birşey de olabilir. Bunun özellikleri belirlense bile yine de eski ismi kullanılmaya devam edilir. Bu nedenle kanın pıhtılaşmasında karşımıza çıkan tüm faktörler proteinlerdir.

4. *Bir gen, DNA'nın bir parçasıdır ve hücreye protein sentezi yöntemlerini öğretir.*

5. *Doolittle, R.F. (1993) "The Evolution of Vertebrate Blood Coagulation: A Case of Yin and Yang," Thrombosis and Haemostasis, 70, 24-28.*

6. Kan pıhtılaşmasında rol oynayan proteinler genellikle Roma rakamlarıyla isimlendirilir ve Faktör V, Faktör VIII gibi adlar alır. Doolittle da bu terminolojiyi Thrombosis and *Haemostatis adlı çalışmasında kullanmıştır. Anlam açıklığı ve süreklilik açısından alıntı içinde de* aynı *isimler kullanılmıştır.*

7. TPA'nın beş temel alanı vardır. Fakat bunlardan ikisi, aynı türdedir.

8. Eğer bu alanlar farklı zamanlarda bir araya *gelirse, yine de faz a ir egişi* k-

ilk olmayacaktır. 1 ve 2 birleşip, daha sonra da 3 onlarla birleşebilir ve bu böyle devam eder. Siyah ve beyaz topların bulunduğu bir yerden, dört adet top çektiğinizi düşünün. Eğer bir seferde dört tane çekerseniz, veya ilk seferde iki ve daha sonra her seferde birer tane çekerseniz; denemelerinizin dört topla sonuçlanması hep aynı kalacaktır.

9. Bu hesaplama gerçekten fazlaca abartılmış, ileri sürülen. dört alanın aynı sırada bulunduğu. Fakat bunların faaliyet yapabilmesi için, gen diziliminde aktif bir bölgede bulunmaları gerekir. Aynı zamanda doğru yerlerin birleşmesi için doğru sinyallerin verilmesi, her birinin aminoasit diziliminin birbiriyle uyumlu olması gerekir ve her seferinde değişiklikler, sonucu da etkileyecektir. Bunun gibi değerlendirmelerin yapılmasıyla, olayın gerçekleşmesinin ne derece imkânsızlaştığını görüyoruz.

10. Bir "adım"ın, binlerce nesil alabileceğini unutmamak gerekir. Mutasyon bir canlıda meydana geldiğinde, bunun tüm topluluğa yayılması gerekir. Bunun başarılması için ise, mutasyon geçiren hayvanın yavruları, diğer tüm yavrulardan baskın olmalıdır ve onların yerini almalıdır.

Bölüm 5

1. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J.,f Raff, M., Roberts, K., ve Watson, F.D. (1994) Molecular Biology of the Celi, 3. baskı., Garland Publishing, New York, s.556-557.

2. Kornfeld, S., ve Siy, W.S. (1995) "I-Cell Disease and Pseudo-Hurler Polydystrophy: Disorders of Lysosomal Enzyme Phosphorylation and Localization", ve The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease, 7. baskı. C.R.Scriver, A. L. Beaudet, W.S. Siy, ve D. Valle, McGrauj-Hill, New York, s.2495-2508.

3. Pryer, N.K., Wuestehube, L.J., ve Schekman, R. (1992) "Vesicle-Mediated Protein Sorting", Annual Revieuo of Biochemistry, 61, 471-516.

4. Roise, D., ve Maduke, M. (1994) "Import of a Mitochondrial Presequence into P. Denitrificans," FEBS Letters, 337, 9-13; Cavalier-Smith, T. (1987) "The Simultaneous Symbiotic Origin of Mitochondria, Chloroplasts and Microbodies," Annals of the New York Academy of Science, 503, 55-71; Cavalier-Smith, T. (1992) "The Number of Symbiotic Origins of Organelles", BioSystems, *28, 91-106; Hartl, F., Ostermann, J., Guiard, B. ve Neupert, W. (1987) "Successive Translocation into and out of the Mitochondrial Matrix: Targeting of Proteins to the Inner Membrane Space by a Bipartite Signal Peptide", Celi, 51, 1027-1037.*

5. Alberts et al., s.551-651.

Bölüm 6

1. Bağışıklık sistemi hakkında açıklayıcı bilgi bulabileceğiniz bir kaynak; Voet, D., ve Voet, J.G. (1995) Biochemistry , 2. baskı John Wiley & Sons, New York, s. 1207-1234; ve Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., ve Watson, J.D. (1994) Molecular Biology of the Celi, 3. baskı Garland Publishing , New York, Bölüm 23.

2. Bu hücrelere aslen B hücreleri denir, çünkü ilk olarak kuşların Bursa fabricius denilen organlarında bulunmuştur.

3. Hücre, parçalanmış genleri birleştirirken inanılmaz bir uğraş verir - bu sırada genleri neredeyse birbirine dikmek için çok karmaşık bir makina sistemi kullanılır.

Fakat antikor genlerinde ise, durum farklıdır. Burada yerleri değiştirilmiş "dağınık"[11] genlerin bulunma sebebi hâlâ bilinmemektedir.

4. Bir dizi antikor üreten genler dışında geçerlidir. Bu detaylar üzerinde daha fazla durmayacağım.

5. Bartl, S., Baltimore, D., ve Weismann, I.L (1994) "Molecular Euolution of the Vertebrate Immune System." Proceedings of the National Academy of Sciences, 91, 10169-10770.

6. Farries, T.C. ve Atkinson, J.P. (1991) "Evolution of the Complement System", Immunology Today," 12, 295-300.

7. Örnekler arasında: DuPasquier, L. (1992) "Origin and Evolution of the Vertebrate Immune System", APMÎS, 100, 383-392; Steıvart, J. (1994) The Primordial VRM System and the Evolution of Vertebrate Immunity, R.G. Landes Co., Austin; Sima, P., ve Vetvicka, V. (1993) "Evolution of Immune Reactions," Critical Revieıus in Immunology, 13, 83-114.

Bölüm 7

1. RNA dört ayrı nükleotidden oluşur - A, C, G ve U.

2. Diğer kolaylıklar ve detaylarda azaltma sağlanmıştır. Şekil 7-1'de molekülün hidrojen atomlarını kapsamıyor. Hidrojen atomları da diğer atomlar gibi AMP sentezinde hareket ederler, bu nedenle olan biteni anlamaya çalışırken onlara ayrı bir yer ayrılmasına gerek yoktur. Ayrıca, sadece kurulan bağlarla ilgilendiğimiz için, çift veya tek bağ ayrımı üzerinde durulmayacaktır.

3. Zubay, G., Parson, W. W. ve Vance, D.E. (1995) Principles of Biochemistry, Wm.C. Brown Publishers, Dubuque, IA, S.215-216.

4. Önceleri bu adımda ATP gerekmediği düşünülse de, daha sonra bikarbonat konsantrasyonunun sağlanması için ATP'nin gerekli olduğu anlaşıldı. Voet, D., ve J.G. 1995. Biochemistry, 2. baskı, John Wiley & Sons, New York, s.800.

5. Hail, R.H. (1971) The Modified Nucleosides in Nucleic Acids, Columbıa University Press, New York, s.26-29.

6. Oro, J. (1961) "Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide Under Plausible Primitive Earth Conditions", Nature, 191, 1193-1194. Adeninin bazının sadece amonyak ve hidrojen siyanid gibi maddelerin tepkimeleriyle oluştuğu unutulmamalıdır. AMP nükleotidi, ileri sürüldüğü gibi [illegible] meydana gelmiş olamaz. Bu noktaya değinen, Joyce, G.F., (19[illegible]) "RNA Evolution and the Origins of Life," Nature, 338, 217-224.

7. Alıntı olarak alınmıştır. Joyce, G.F., ve Orgel L.E. 1993, "Prospects for Understanding the Origin of the RNA World", The RNA World, ed·R F. Gesteland ve J.F.Atkins, Cold Spring Harbor Labaratory Press, Cold Sprıng Harbor, NY, s.18.

8. İlk olarak ATP, AMP'den yapılmalıdır.

9. Creighton, T. (1993) Proteirıs: Structure and Molecular Properties, W.H. Freeman and Co., New York, s.131.

10. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. ve Watson, J.D. (1994) Molecular Biology of the Celi, 3. bask< Garland Publishing, New York, s. 14.

11. Ferris, J.P. ve Hagan, W.J. (1984) "HCN ve Chemical Evolution : The Passible Role of Cyano Compounds in Prebiotic Synthesis," Tetrahedron, 40, 1093-1120. Burada açıklaması yapılan bileşimlerin içeriğini anlatan bu çalışmanın, temeli açıklamadığını unutmamalısınız.

12. Bloom, A. (1987) The Closing of the American Mind, Simon and Schuster, New York, s.151.

13. Horouuitz. N.H. (1945) "On the Euolution of Biochemical Syntheses," Proceedings of the National Academy of Sciences, 31, 153-157.

14. Diğer tanımlarla süreklilik sağlanması için, Horowitz'in yazısındaki A ve D harflerini değiştirdim.

15. Kauffman, S. (1993) The Origins of Order, Oxford University Press, Neu> York. s. 344.

16. Smith, J.M. (1995) "Life at the Edge of Chaos?' New York Revieıv, 2 Mart, s .28-30.

Bölüm 8

1. Dünya *atmosferinin Miller'in tahminleri gibi olmadığı anlaşıldı. Yani, atmosfer faaliyetleri sonucu aminoasitlerin oluşma imkanı yoktur.*

2. Dose, K. (1988) "The Origin of Life: More Çuestions than Answers", Interdisciplinary Science Revieuus, 13, 348.

3. Shapiro, R. (1986) Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth, Summit Books, New York, s.192.

4. Cech, çalışmaları sonucunda Nobel Ödülü almıştır. Ödül alan alıntı, Cech'in hayatın başlangıcı ile ilgili çalışmaları için verilmiştir. Fakat Cech'in kendisi bile, çalışmasını hayatın başlangıcı ile pek bağdaştırmamaktadır.

5. Joyce, G.F., ve Orgel, L.E. (1993) "Prospects for Understanding the Origin of the RNA World", The RNA World$_f$ ed. R.F. Gesteland ve J.F.Atkins, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, s. 19.

6. Joyce ve Orgel, s. 13.

7. Bilim çevrelerinin çıkardığı dergi ve kitaplarda genellikle kötümser yorumlar yapılsa da, basında çıkan haberler genellikle her şey-kontrol-altmda havasındadır: Memphis Üniversitesi konuşma sanatı uzmanı John Angus Campbell, "büyük fikir akımlarının - pozitivitizm gibi - hiçbir zaman ölmediğini" söylemektedir. Düşünce insanları genellikle fikirleri kendi aralarında diledikleri gibi kullanırlar, ve bilgisiz olanları korkutacak yönleri belirleyip ortaya çıkartırlar. Capmbell, J.A. (1994) 'The Comic Frame and the Rhetoric of Science: Epistemology and Ethics in Darıvin's Origin," Rhetoric Society Quarterîy, 24, 27-50. Bu görüş, bilimsel çevrelerin hayatın başlangıcı ile ilgili fikirleri nasıl yönlendirdiği hakkında yeterince açıklayıcıdır.

8. Schlesinger, G . ve Miller, S.L. (1983) "Prebiotic Syntheses in Atmospheres Containing CH4 , CO ve C02, "Journal of Molecular Evolution, 19, 376-382.

9. Niketic, V., Draganic, Z.D., Neskovic, S., Jovanovic, S., ve Draganic, I.G. (1983) "Radiolysis of Aqueous Solutions of Hydrogen Cyanide (pH 6): Compounds of Interest in Chemical Evolution Studies," Journal of Molecular Evolution, 19, 184-191.

10. Kolb, V.M., Dıvorkin, J.P., ve Miller, S.L. (1994) "Alternative Bases in the RNA World: The Prebiotic Synthesis of Urazole and îts Ribosides," Journal of Molecular Evolution, 38, 549-557.

11. Hill, A.R., Jr., Nord, L.D., Orgel, L.E., ve Robins, R.K. (1989) "Cyclization of Nucleotide Analogues as an Obstacle ot Polymerization," Journal of Molecular Evolution, 28, 170-171.

12. Nguyen, T., ve Speed, T.P. (1992) "A Derivation of Ali Linear fnvariants for a Nonbalanced Transversion Model", Journal of Molecular Evolution, 35, 60-76.

13. Adell, J.C. ve Dopazo, J. (1994) "Monte Cario Simulatiorı in Phylogenies: An Application to Test the Constancy of Evolutionary Rates," Journal of Molecular Euolution, 38, 305-309.

14. Otaka, E., ve Ooi, T. (1987) "Examination of Protein Sequence Homologies: IV. Twenty-Seven Bacterial Ferredoxins," Journal of Molecular Evolution, 26, 257-268.

15. Alexandraki, D., ve Ruderman, J.V. (1983) "Evolution of (- and (-Tubulin Genes as Inferred by the Nucleotide Sequences of Sea Urchin cDNA.clones," Journal of Molecular Evolution, 19, 397-410.

16. Kumazaki, T., Hori, H., ve Osawa, S. (1983) "Phylogeny of Protozoa Deduced from 5S rRNA Sequences," Journal of Molecular Evolution, 19, 411-419.

17. Wagner, A., Deryckere, F., McMorrovu, T. ve Gannon, F. (1994) "Tail-to-Tail Orientation of the Atlantic Salmon Alpha-and Beta-Globin Genes", Journal of Molecular Evolution, 38, 28-35.

18. Bu kitapta bahsettiğimiz proteinlerden bazılarının diğerlerine benzer dizilimleri ve şekilleri olabilir. Örneğin antikorlar, süperoksit dismutaz denilen ve hücreyi oksijenin vereceği tahribatlara karşı koruyan bir proteine benzer. Rodopsin ise görme fonksiyonunda kullanılmaktadır, bu protein bakteride bulunan bakteriorodopsine benzer. Bu protein ise bakteride enerji üretiminde kullanılmaktadır. Fakat bu benzerlikler de bize bağışıklık sisteminin veya görmenin nasıl aşama aşama gelişmiş olabileceği hakkında bir fikir vermemektedir. Benzer dizilimleri olan proteinleri tespit etmek, biyokimyasal sistemlerin ne derece karmaşık mekanizmalar sonucu geliştiğini göstermez. Tam tersine, bu benzerliklere rağmen karmaşık biyokimyasal sistemlerin yapısını tam olarak anlayamamamız, evrimi çürütecek bir delil teşkil edecektir.

19. Bu tür yazıları, "Moleküler Evrim" kategorisinde sınıflandırdım. Ayrıca "Protein Evrimi" diye ayrı bir kategori de bulunmaktadır.

20. Kimura, M. (1983) The Neutral Theory of Evoluiton, Cambridge University Press, Ne w York.

21. Kauffman, S.A. (1993) The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution, Oxford University Press, New York.

22. Selander, R.K., Clark, A.G., .& Whitman, T.S. (1991) Evolution at the Molecular Level, Sinauer Associates, Sunderland, MA.

23. Cold Spring Harbor Symposia on Çuantitative Biology (1987), cilt 52, Evolution of Catalytic Function, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.

24. Lehninger, A.L. (1970) Biochemistry, Worth Publishers, New York, s.17.

25. Lehninger, A.L., Nelson, D.L. ve Cox, M.M. (1993) Principles of Biochemistry, 2. baskı Worth Publishers, New York, s.viii.

26. Lehninger, et al. (1993), s.244.

27. Conn, E.E., Stumpf, P.K., Bruening, G., ve Doi, R.H. (1987) Outlines of Biochemistry, 5. baskı John Wiley & Sons, New York, s.4.

28. Voet, D., ve Voet, J.G. (1995) Biochemistry, 2. baskı John Wiley & Sons, New York, s. 19.

29. Voet ve Voet çalışmalarında, giriş kısmından itibaren Stanley Miller deneyi ve hayatın başlangıcı teorileri hakkında genel tartışmaları yadsıyan, ve bunlar aleyhine, "senaryoyu çürütecek yeterince bilimsel kanıt bulunmaktadır" bulunduğunu söyleyen bir görüş yansıtmaktadır.

1. Kauffman, S.A., (1991) "Antichaos and Adaptation", Scientific American. Ağustos, s.82.

2. Kauffman, S.A, (1993) The Origins of Order, Oxford Üniversite Press. Oxford. İngiltere.

3. Madeni paraların hareketinde veya fiziksel olarak ilişkili olmayan sistemlerin içindeki dizaynı görebilmek. Bkz. Dembski, W. (1996) The Design Inference: Eliminating Chance Through Small Probabilities. Ph.D. tezi. Illinois Üniversitesi.

4. Bu bir karar çağrısıdır. Hiç kimse, belirli bir fonksiyonun yalnız bir tek amaç için gerçekleştiğini iddia edemez - hatta amacının ne olduğunu kesinlikle söyleyemez. Fakat yine de bizim ortaya koyduğumuz deliller bu soruya cevap vermede yeterince ikna edici oluyor.

5. Dizaynı rakamsal olarak ifade etmek zordur, fakat bu imkansız da değildir. Yapılan araştırmalar bu yönde de gelişme göstermektedir. İlk çalışmalar Bili Dembski tarafından başlatıldı ve tezinde (Dembski, 1996) bir sistemin "ihtimal kaynaklarına" değinerek dizaynın örneklerini ortaya koyuyor.

6. Dauıson, K.M., Cook, A., Devine, J.M., Eduıards, R.M., Hunter, M.G., Raper, R.H. ve Roberts, G. (1994) "Plasminogen Mutants Actiuated by Thrombin," Journal of Biological Chemistry, 269, 15989-15992.

7. Gold, L., Polisky, B., öhlenbeck, O. & Yarus, M. (1995) "Diversity of Oligonucleotide Functions", Annual Review of Biochemistry, 64, 763-797.

8. Joyce, G.F., (1992) "Directed Molecular Evolution", Scientific American, Aralık, s.90.

9. Benkovic, S.J. (1992) "Catalytic Antibodies", Annual Revieuı of Biochemistry, 61, 29-54.

10. Dauıkins, R. (1995), River Out of Eden, Basic Books, New York, s. "17-18.

Bölüm 10

1. Barrouı, J.D., ve Tipler, F.J. (1986) The Anthropic Cosmological Principle, Oxford University Press, New York, s.36.
2. Barrouı ve Tipler, s.36.
3. Paley, W. Natural Theology, American Tract Society. New York, s. 9-10.
4. Dawkins, R (1985) The Blind Watchmaker, W. W.Norton, London, s.5.
5. Paley, s. 110-111.
6. Paley, s. 199-200.
7. Paley, s. 171-172.
8. Paley, s. 184-185.
9. Daıukins, s.5.
10. Daıukins, s.6.
11. Sober, E. (1993) Philosophy of Biology, Westvieuı Press, Boulder, Co, s.34.
12. Sober, s.34-35.
13. Sober, s. 35.
14. Sober, s.37-38.
15. Shapiro, R. (1986) Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth. Summit Books, New York, s.179-180.
16. Miller, K.R. (1994) "Life’s Grand Design", Technology Revieuu, Şubat/Mart, s. 29-30.
17. Dyson, J.F. (1966) "The Search for Extraterrestrial Technology" in

Perspectives in Modern Physics, ed. R.E. Marshak, John Wiley and Sons, New York, s. 643-644.

18. Crick, F.H.C. ve Orgel, L.E. (1973) "Directed Panspermia", Icarus, 19, 344.
19. Futuyma, D. (1982) Science on Trial, Pantheon Books, New York, s.207.
20. Miller, s. 31-32.
21. Miller, s.32.
22. Gould, S.J. (1980) The Panda's Thumb, W.W.Norton, Neıv York.

Bölüm 11

1. Shapiro, R. (1986) Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth, Summit Books, New York, s. 130.

2. Dickerson'un yazısı, Journal of Moleculer Euolution, 34, 277 (1992) ve Perspectives on Science & Christian Faith, 44, 137-138 (1992) kaynaklarında bulunabilir.

3. Burada düzenlenen formül, bilim felsefecisi Michael Ruse tarafından kullanıldı ve test edildi. 1981 yılında bilimin özelliklerini tanımlama çalışmaları yaparken, ayrıca Arkansas'da kabul edilen "Yaratılışçı-Bilim ve Evrimci-Bilim Eşit Uygulama Kanunu" için geçerlilik denemesi yapıyordu. Hakim William Overton'un karar verirken genellikle Ruse'un görüşlerine dayandığı görülmekteydi. Fakat bu görüşler diğer bilimadamları tarafından uygunsuz olarak nitelendirilmiştir. Buna benzer dava notlarını bulabileceğiniz bir başka kaynak da; Ruse, M., ed. (1988) But Is It Science? Prometheus Books, Buffalo, N.Y.

Ruse'dan etkilenen Hakim Overton, bilim hakkında şunları söylüyordu: "(1) Doğa kanunları ile yönetilmektedir; (2) Doğa kanunlarına dayanarak açıklanmalıdır; (3) Deneysel yöntemlerle test edilebilir; (4) Sonuçları her zaman kesin değildir, son söz demek değildir; (5) Yalanlanabilir (Ruse ve diğer bilimadamlarınm şahidliğinde). Overton'un bu görüşleri bazı bilim felsefecileri tarafından reddedildi. Philip Quinn, "Ruse'un görüşleri diğer bilim çevreleri tarafından görüş birliği elde edememiştir. Daha da kötüsü, söylediklerinin bir kısmı yanlıştır ve yanıltıcı iddialardan öteye gidememektedir." (Ruse, 1988, s.384) Larry Laudan ise bu problemlere değinirken şöyle diyordu; "Bazı bilimsel teoriler başarıyla test edilebilir, fakat bazıları da edilemez. Bazı bilim dalları ilerleme kaydederken, diğerleri edemiyor. Bazı bilimsel teoriler şaşırtıcı olaylarla ilgili başarılı tahminlerde bulunabildi. (Ruse, 1988 s. 348) Yani bazıları gerçek sayılabilirken, bazıları sayılamıyor. Laudan, Overton'un açıklamasına karşılık olarak birçok istisnai durum öne sürdü: "Bu gereksinim (doğa kanunlarıyla açıklamak) bir iddianın bilimsel olup olmadığını değerlendirmek için yeterli değildir. Yüzyıllar boyunca bilimadamları bir fenomenin varlığı ile onun işleyiş şekli arasında bir fark olduğunu belirlemişlerdir... Galileo ve Newton yerçekimi fenomenini diğerleri bu konuya açıklama getirmeden önce belirlemişlerdi. Darıvin de aynı şekilde genetik konusundaki uzman bilimadamlarmdan elli yıl kadar önce doğal seleksiyon konusunu ortaya atmış ve tüm açıklamalarını genetiğin kurallarına dayandırmıştır. (Ruse, 1988, s. 354) Laudan ise buna katılmıyor: "Arkansas'daki başarı geçerli sayılamaz. Çünkü bilimin ne olduğu ve çalıştığı hakkında yanlış bilinen görüşler tekrarlanmış ve abartılmıştır." (Ruse, 1988 sayfa :355)

4. Tabii ki evrim veya din arasında bir tercih yapmak size kalmıştır. Eğer evrim sadece doğa kanunları ile amaçsız ve tahmin edilemez bir şekilde gerçekleşiyorsa , o zaman evrim birçok dini görüşle ters düşecektir. Phillip Johnson evrim

kelimesinin farklı kullanış biçimlerini araştırarak bir çalışma yapmıştır. Bu sayede kelimenin tanımlarının ne kadar çok değişken olduğunu ve halkın aklını ne derece karıştırabileceğini göstermiştir. Johnson, P.E (Darwin on Trial, Regnery Gateway. Washington D.C.

5. Simon, H.(1990) "A Mechanism for Social Selection and Succesful Altruism," Science. 250, 1665-1668.

6. Çeşitli din kültürlerinin bilimin gelişmesin üzerine etkileri şu kitapta anlatılmıştır. Jaki, S.(1986) Science and Creation, Scottish Academic Press, Edinburgh.

7. Bilimin Big-Bang hipotezine reaksiyonu ve Eddington ile diğer ünlü bilim a' damlarının konu hakkındaki yorumları; Jaki, S.(1980) Cosmos and Creator, Regnery Gateuıay, Chicago.

8. Jaki, S. (1986)

9. Dauıkins, R. (1986) The Blind Watchmaker, W. W. Norton. Londra, s. 159.

10. Daıvkins, R. (1989) New York Times, Nisan 9, 1989, s. 34.

11. Maddox, J. (1994) "Defending Science Aainst Anti-Sciencen, "Nature, 368, 185.

12. Dennett, D. (1995) Darvvin's Dangerous Idea Simon & Schuster, New York, s. 515-516

13. Davukins, R. (1986), s.6.

Ekler

1. Prokaryotlar iki kategoriye ayrılmaktadır: arke bakteri, ön bakteri. Faka ara- daki bu farklılık hücrenin iç yapısının tanımlanmasında rol oynamaz.

2. Hucreler çok küçük olduğu için bunlar ancak güçlü mikroskoplarla gözlene- bilirler, hücrelerin detaylı resimlerinin çoğu elektron mikroskobu sayesinde elde edilmiştir. Bu teknolojide aydınlatma için elektronlar kullanılır.

3. Gamou;, G. (1954) "Possible Relation Betuıeen Deoxyribonucleic Acid and Protein Structure, "Nature. 173, 318; Gamow, G., and Ycas. M. (1958) "The Cryptographic Approach to the Problem of Protein Synthesis," in Symposium on Information Theory in Biology, ed. H. P. Yockey, R. L. Platzman. and H. Quastler. Pergamon Press, New York, s. 63-69.

4. v ^r°^em şu ekteri anlaşılabilirBir: ayakkabı bağını diğerinin çevresinde birfcaç kere dolayın ve başka birine iki eliyle ipin uçlarını tutmasını söyleyin. Şimdi bir kalem alın, bunu bir uçtan iplerin arasında yerleştirin ve diğer uca kadar itin, Bu durumda kalemin önündeki ipler sıkıca bağlanacaktır. Kalemin arkasındaki ip' ler ise biyokimya dilinde söylendiği gibi "eriyecektir".

5. ..Palmdrom denilen kelimeler düz ve ters olarak okunduğunda aynı anlama gelir. Örneğin "Anastas mum satsana." DNA'ya uygulandığında ise bu kelime çifte sarmalın iki kolundan bakıldığında da aynı anlama gelen nükleotidleri ifade eder

6. S harfi kısaltması Svedberg birimine göre bir sıvının içindeki sedimantasyon hızını belirleyen bir birimdir.

Darwin'in Kara Kutusu



Michael Behe diyor ki, "Darwin 'Türlerin Kökeni'ni yazdığında, hücre sırlarla dolu bir kara kutuydu. Kutunun dışı gözlemlenebiliyordu, fakat nasıl çalıştığı, ne tip organellerden oluştuğu konusunda hiçbir fikri yoktu."

Sizce moleküler biyolojinin, bir fare kapanının, kanın pıhtılaşmasının, Rude Goldberg makinesinin ve "İndirgenemez Karmaşıklık" teorisinin birbirleriyle nasıl bir ilgisi olabilir? İlk bakışta bunların birbirleriyle hiçbir bağlantısı olmadığını söyleyebilirsiniz. Oysa, tüm bu başlıklar Michael Behe'nin "Darwin'in Kara Kutusu / Evrim Teorisine Karşı Biyokimyasal Zafer" adlı kitabının birer bölümünü oluşturuyor. Pennsylvania Lehigh Üniversitesi'nde biyofizik profesörü olan Michael Behe, bu kitabıyla akademik çevrelerde çok ateşli tartışmaların çıkmasına yol açtı.

Son 40 yıldır Darwinizm'in karanlık noktaları gerek "Yaradılışçı" hareketler, gerekse "Akıllı Tasarım" teorisyenleri tarafından birer birer bilimin masasına yatırılmakta. Michael Behe'nin kitabı ise bu konudaki pek çok yayının yanında çok daha önemli bir yer teşkil etmekte. Behe'nin diğer evrim karşıtı araştırmacılardan farkı, onun çok tanınmış bir üniversitenin, çok tanınmış bir bilim adamı olmasında ve de argümanlarının sağlam temelinde yatmakta. Peki ama Behe neyi savunuyor? "Akıllı Tasarım" teorisi neye dayanıyor?

Charles Darwin kendi kitabı "Türlerin Kökeni"nde şunları söylüyordu:

"Eğer çok sayıda, art arda gelen ve gözle görülür küçüklükteki değişikliklerle oluşamayacak kadar kompleks bir organın var olduğu ortaya konulmuş olsaydı, benim teorim yerle bir olurdu. Ama ben öyle bir organ bulamadım..." Oysa Behe öyle bir organın varlığını biliyor ve son 40 yıldır moleküler ve hücre konusundaki biyolojik araştırmalarla birlikte bu kara kutunun yavaş yavaş açılmaya başladığını söylüyor.

Yoksa Darwin'in "Doğal Seleksiyon" teorisinin açıkladığı yaşam sistemi, yüzlerce moleküler kompleks organın keşfedilmesiyle yerle bir mi oluyor?

Aksoy Yayıncılık, Show Kitap "Bilim Dizisi"nden çıkardığı "Darwin'in Kara Kutusu" adlı kitapla, tarafsız ve ilkeli yayın anlayışıyla yepyeni bir tartışma başlatıyor. Notre Dame Üniversitesi'nden Felsefe Profesörü Peter Van Inwogen ise bu tartışmayı şöyle tanımlıyor:

"Eğer Darwinistler bilimsel gerçeklerle dolu bu kitabı, önemsemeyerek, yanlış anlayarak veya ona gülüp geçerek karşılarlarsa, bu durum bugün Darwinizm'in bir bilimsel teori olmaktan çok bir ideoloji olduğu yönündeki gitgide yayılan şüpheler için önemli bir kanıt olacaktır."



ISBN: 975-312-054-0

